

Količina kalija i željeza u proizvodima od rajčice

Šokec, Antun

Master's thesis / Diplomski rad

2023

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Agriculture / Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:204:524238>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-10**



Repository / Repozitorij:

[Repository Faculty of Agriculture University of Zagreb](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

**KOLIČINA KALIJA I ŽELJEZA U PROIZVODIMA OD
RAJČICE**

DIPLOMSKI RAD

Antun Šokec

Zagreb, srpanj, 2023.

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET**

Diplomski studij:

Agroekologija

**KOLIČINA KALIJA I ŽELJEZA U PROIZVODIMA OD
RAJČICE**

DIPLOMSKI RAD

Antun Šokec

Mentor:
izv. prof. dr. sc. Marko Petek

Zagreb, srpanj, 2023.

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET**

**IZJAVA STUDENTA
O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI**

Ja, **Antun Šokec**, JMBAG 0178117511, rođen 28.05.1999. u Koprivnici izjavljujem da sam samostalno izradio diplomski rad pod naslovom:

KOLIČINA KALIJA I ŽELJEZA U PROIZVODIMA OD RAJČICE

Svojim potpisom jamčim:

- da sam jedini autor ovoga diplomskog rada;
- da su svi korišteni izvori literature, kako objavljeni tako i neobjavljeni, adekvatno citirani ili parafrazirani, te popisani u literaturi na kraju rada;
- da ovaj diplomski rad ne sadrži dijelove radova predanih na Agronomskom fakultetu ili drugim ustanovama visokog obrazovanja radi završetka sveučilišnog ili stručnog studija;
- da je elektronička verzija ovoga diplomskog rada identična tiskanoj koju je odobrio mentor;
- da sam upoznat s odredbama Etičkog kodeksa Sveučilišta u Zagrebu (Čl. 19).

U Zagrebu 14.07.2023.



Antun Šokec

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

IZVJEŠĆE

O OCJENI I OBRANI DIPLOMSKOG RADA

Diplomski rad studenta **Antuna Šokeca**, JMBAG 0178117511, naslova

KOLIČINA KALIJA I ŽELJEZA U PROIZVODIMA OD RAJČICE

obranjen je i ocijenjen ocjenom _____, dana _____.

Povjerenstvo:

potpisi:

- | | | | |
|----|-------------------------------------|--------|-------|
| 1. | izv. prof. dr. sc. Marko Petek | mentor | _____ |
| 2. | izv. prof. dr. sc. Jana Šic Žlabur | član | _____ |
| 3. | izv. prof. dr. sc. Sanja Fabek Uher | član | _____ |

Zahvala

Zahvaljujem mentoru izv. prof. dr. sc. Marku Peteku na danim savjetima i smjernicama prilikom izrade diplomskog rada. Hvala svim djelatnicima Analitičkog laboratorija Zavoda za ishranu bilja Agronomskog fakulteta na pomoći oko provedbe potrebnih analiza.

Zahvaljujem obitelji i prijateljima na podršci.

Sadržaj

1. Uvod	1
1.1. Cilj rada.....	2
2. Pregled literature	3
2.1. Rajčica.....	3
2.1.1. Povijest i podrijetlo	3
2.1.2. Proizvodnja u svijetu i gospodarska vrijednost	4
2.1.3. Prehrambena i zdravstvena vrijednost	5
2.1.4. Morfološka i biološka svojstva	8
2.1.5. Uzgoj rajčice	17
2.1.5.1. Proizvodnja rajčice za svježju potrošnju	17
2.1.5.2. Proizvodnja rajčice za preradu	19
2.2. Prerada rajčice.....	22
2.2.1. Proizvodi od rajčice	22
2.2.2.1. Koncentrat rajčice	23
2.2.2.2. Pelati.....	25
2.2.2.3. Kečap	26
2.2.2.4. Pasirana rajčica.....	28
2.2.2.5. Sjeckana rajčica i bio sjeckana rajčica	28
2.3. Kalij	30
2.3.1. Kalij u tlu.....	30
2.3.2. Kalij u biljci.....	31
2.3.3. Nedostatak i suvišak kalija	32
2.3.4. Kalij u ljudskom organizmu	33
2.4. Željezo.....	33
2.4.1. Željezo u tlu	34
2.4.2. Željezo u biljci	34
2.4.3. Nedostatak i suvišak željeza	35
2.4.4. Željezo u ljudskom organizmu.....	36
3. Materijali i metode.....	37

3.1. Uzorkovanje proizvoda od rajčice	37
3.2. Kemijska analiza	38
3.3. Obrada podataka	38
4. Rezultati i rasprava	39
4.1. Količina suhe tvari u proizvodima od rajčice	39
4.2. Kalij u proizvodima od rajčice	39
4.3. Željezo u proizvodima od rajčice	41
4.4. Rasprava	42
5. Zaključak	48
6. Literatura	49
Životopis	54

Sažetak

Diplomskog rada studenta Antuna Šokeca, naslova

KOLIČINA KALIJA I ŽELJEZA U PROIZVODIMA OD RAJČICE

Rajčica (*Lycopersicon esculentum* Mill.) je jednogodišnja povrtna kultura čiji se plodovi mogu konzumirati u svježem stanju ili prerađeni. U plodovima rajčice kalij je jedan od najzastupljenijih minerala, no sadrži i značajnu količinu željeza. Cilj ovog diplomskog rada bio je utvrditi količinu kalija i željeza u uzorcima proizvoda od rajčice iz različitih serija proizvodnje. Uzorkovanje je provedeno na šest proizvoda od rajčice (kečap, dvostruki koncentrat, pelati, pasirana rajčica te sjeckana rajčica iz konvencionalnog i ekološkog uzgoja). Nakon sušenja na 105 °C uzorci su razgrađeni s HNO₃ i HClO₄ u mikrovalnoj peći te je kalij određen na plamenfotometru, a željezo na atomskom apsorpcijskom spektrometru. Statistička obrada podataka pratila je model analize varijance (ANOVA). Količina kalija u suhoj tvari kretala se od 1,36 do 5,37 % K u ST, a u svježoj tvari od 185,19 do 1224,46 mg K/100 g svježe tvari. Količina željeza u suhoj tvari kretala se od 24,30 do 155,07 mg Fe/100 g ST, a u svježoj tvari od 0,42 do 1,23 mg Fe/100 g svježe tvari. Najveća količina kalija na bazi suhe i u svježoj tvari utvrđena je u koncentratu rajčice. Najviše željeza na bazi suhe tvari utvrđeno je u sjeckanoj rajčici, dok je najveća količina željeza u svježoj tvari utvrđena u koncentratu rajčice.

Ključne riječi: *Lycopersicon esculentum* Mill., minerali, mikroelement, makroelement, prerada

Summary

Of the master's thesis – student **Antun Šokec**, entitled

CONTENT OF POTASSIUM AND IRON IN TOMATO PRODUCTS

Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) is an annual vegetable crop whose fruits can be consumed fresh or processed. Potassium is one of the most abundant minerals in tomato fruits, but they also contain a significant amount of iron. The aim of this thesis was to determine the amount of potassium and iron in samples of tomato products from different production batches. Sampling was carried out on six tomato products (ketchup, double concentrate, canned tomatoes, pureed tomatoes and chopped tomatoes from conventional and organic farming). After sample preparation, drying at 105 °C, homogenization and digestion in a microwave oven using HNO₃ and HClO₄, potassium was determined by flame photometry while iron was determined by AAS (Atomic Absorption Spectroscopy). Statistical data analysis was performed using Analysis of variance method (ANOVA). The determined content of potassium in dry matter ranged from 1.36 to 5.37 % K DW. Potassium levels in fresh matter ranged from 185.19 to 1224, 46 mg K/100 g fresh weight. The determined content of iron in dry matter ranged from 24.30 to 155.07 mg Fe/kg DW. Iron levels in fresh matter ranged from 0.42 to 1.23 mg Fe/100 g fresh weight. The highest amount of potassium in dry and fresh matter was determined in tomato concentrate. The highest amount of iron based on dry matter was determined in chopped tomatoes, while the highest amount of iron in fresh matter was determined in tomato concentrate.

Keywords: *Lycopersicon esculentum* Mill., minerals, microelement, macroelement, processing

1. Uvod

Rajčica (*Lycopersicon esculentum* Mill.; *Lycopersicon lycopersicum* L.) je zeljasta biljka te jedna od najpoznatijih biljaka roda *Lycopersicon* i porodice *Solanaceae*. Potječe iz južne Amerike, a u Europi se počela uzgajati u 16. stoljeću (Borošić, 2016.; Lešić i sur., 2016.; Matotan, 2004.).

Zahvaljujući razvoju oplemenjivanja i genetskog inženjeringa danas postoji na tisuće različitih sorata i hibrida rajčice. Isto tako, na današnjem tržištu postoje rajčice različite veličine, izgleda i boje plodova te okusa. Najčešće se uzgaja kao jednogodišnja biljka na otvorenim prostorima. U zaštićenim prostorima, gdje su uvjeti uzgoja povoljni, može se uzgajati kao dvogodišnja biljka. Uzgoj rajčice na otvorenom ima prednosti kao što su: bolji okus plodova te grmoliki uzgojni oblik, a velika se važnost pridodaje izboru odgovarajućih sorata i hibrida. Prednost uzgoja u zaštićenom prostoru je produljenje sezone uzgoja rajčice te prinosi, skoro tijekom cijele godine. Prinosi rajčice koja se koristi za potrošnju u svježem stanju, prilikom uzgoja na otvorenom iznose 40–60 t/ha. U zaštićenim prostorima ti prinosi mogu biti i do četiri puta veći (Lešić i sur., 2016.; Matotan, 2008.).

Rajčica se najčešće konzumira svježa, no zbog različitih prehrambenih svojstava vrlo je cijenjena i u prerađenim proizvodima. Rajčica za preradu najčešće se uzgaja na otvorenom, a njezin uzgoj temelji se na primjeni mehanizacije. Na tržištu postoji mnogo proizvoda dobivenih preradom rajčice kao što su: koncentрати, pelati, kečap, passata, sjeckana rajčica, sok te dehidrirana rajčica. Preradom rajčice zadovoljava se potreba potrošača za proizvodima s dužim rokom trajanja (Thakur i sur., 1996.; Matotan, 1994.).

Isto tako, rajčica se svakodnevno koristi u ljudskoj prehrani zbog bogatog nutritivnog sastava te pozitivnog utjecaja na zdravlje. Vrlo je važan izvor različitih vitamina i minerala. Najzastupljeniji mineral u rajčici je kalij, a u manjim količinama sadrži magnezij, kalcij, natrij te željezo. Rajčice su najvažniji izvor karotenoida likopena, iznimno važnog antioksidansa. U 100 g svježeg ploda rajčice može se pronaći oko 3 mg likopena, što odgovara dnevnoj potrebi odrasle osobe (Matotan, 2008.; Matotan, 2004.).

Za razliku od nekih antioksidansa poput vitamina C i beta-karotena, koji se razgrađuju kuhanjem, tijelo lakše apsorbira termički obrađen likopen. Prilikom prerade i toplinske obrade ploda rajčice sadržaj likopena znatno se povećava i može biti i do pet puta veći od njegove prave vrijednosti (Matotan, 2008.; Matotan, 2004.).

Kalij je jedan od najbitnijih elemenata u ljudskom organizmu, a unosi se biljnom ishranom. U rajčici se nalazi u velikoj količini te pozitivno utječe na rad srca i krvnih žila snižavajući krvni tlak i kolesterol. Vrlo je važan ion u biljci i biljke ga trebaju u velikim količinama. Njegov nedostatak smanjuje rast i razvoj biljaka te utječe na skoro sve fiziološke procese u biljkama. Željezo u ljudskom organizmu ima važnu ulogu i sastavni je dio hemoglobina. U biljci regulira rast biljaka i metabolizam, a uključeno je u proces fotosinteze čime utječe na produktivnost biljaka (Vukadinović, 2011.; Butorac, 1999.).

1.1. Cilj rada

Cilj ovog diplomskog rada je utvrditi količinu kalija i željeza u uzorcima proizvoda od rajčice iz različitih serija proizvodnje.

2. Pregled literature

2.1. Rajčica

2.1.1. Povijest i podrijetlo

Latinski naziv rajčice (Slika 1.) razlikuje se ovisno o autorima, no jedno od najpriznatijih imena je *Lycopersicum esculentum*, koje je Miller predložio 1768. godine i koje se najčešće koristi (Lešić i sur., 2016.; Taylor 1986.).



Slika 1. Biljka rajčice
Izvor: Web 1.

Sorte rajčice koje se danas uzgajaju potječu od njezina divljeg srodnika na području današnjeg Perua, Ekvadora i Bolivije. Migriranjem autohtonog stanovništva iz područja Anda na područje Srednje Amerike i Meksika došlo je do rasprostranjivanja divljih srodnika rajčice, koji su se početkom 7. stoljeća počeli uzgajati i koristiti kao hrana. Porijeklo imena rajčice potječe iz aztečkog naziva *tomathe*, što znači nabrekli plod. Teorije o dolasku rajčice u Europu govore o drugom Kolumbovom putovanju te španjolskom osvajaču Cortezu koji je 1521. godine zavladao Astecima. Ne postoji točan podatak tko je rajčicu prvi puta donio u Europu. Na

području Europe rajčica se prvobitno uzgajala kao ukrasna biljka, u botaničkim vrtovima, ali se nije koristila za hranu jer se vjerovalo da je njezin plod otrovan. Smatralo se da je otrovna zbog sličnosti s drugim europskim srodnicima. Za prvi opis ove biljke zaslužan je talijanski botaničar Mattioli, koji joj je 1544. godine dao ime *pomi doro*, što znači zlatna jabuka. Naziv naznačuje da su prve biljke rajčice uvezene u Ameriku imale žute plodove, a iste se sorte uzgajaju i danas. U Republici Hrvatskoj rajčica se počela uzgajati već sredinom 18. stoljeća, a kao hrana tek početkom 20. stoljeća. U kopnenoj Hrvatskoj zastupljen je naziv za rajčicu koji potječe od staronjemačke riječi *Paradiesapfel*, dok se u primorju ustalio naziv pomidor koji proizlazi iz talijanske riječi *pomodoro*. Danas je rajčica jedno od najčešće konzumiranih povrća u prehrani, u svježem, ali i u prerađenom obliku (Matotan, 2008.).

2.1.2. Proizvodnja u svijetu i gospodarska vrijednost

Početkom 20. st. rajčica se počela uzgajati kao hrana, a njezina proizvodnja u svijetu ubrzano raste te zauzima deseto mjesto u proizvodnji hrane po veličini proizvodne površine. Rajčica je povrće koje se često uzgaja diljem svijeta zbog velikih prinosa, a svake se godine ubere više od 180 milijuna tona plodova s oko 5 milijuna hektara proizvodnih površina (Tablica 1.) (FAO, 2021.).

Najveći svjetski proizvođači rajčice su Kina te SAD. Rajčica se uzgaja diljem Europe, a najveća je proizvodnja zastupljena u zemljama poput Italije, Španjolske, Grčke i Francuske. Najčešće se uzgaja na otvorenom, do 50° sjeverne geografske širine. U hladnijim zemljama uzgaja se u zaštićenim prostorima jer vremenske prilike ne dozvoljavaju uzgoj na otvorenom (Lešić i sur., 2016.).

U Hrvatskoj se rajčica 2021. godine uzgajala u vrlo malom opsegu (Tablica 1.). Najveće prinose ima Dubrovačko-neretvanska županija dok je Istarska županija poznata po proizvodnji rajčice za preradu (FAO, 2021.; Lešić i sur., 2016.). Većina rajčica u Hrvatskoj se jede svježa, no dio se i prerađuje. Hrvatska uvozi rajčice, oko 13 000 tona godišnje dok je izvoz vrlo skroman, tek 250 tona (Grgić i sur., 2016.; Parađiković, 2009.).

Tablica 1. Proizvodne površine, prosječni prinos i ukupna proizvodna rajčice 2021.

	Republika Hrvatska	Svijet
Proizvodna površina (ha)	290	5.167.388
Prosječni prinos (t/ha)	64,8	36,6
Ukupna proizvodnja (t)	187.900	189.133.955

Izvor: FAO, 2021.

2.1.3. Prehrambena i zdravstvena vrijednost

Rajčica je vrlo rasprostranjena namirnica u cijelom svijetu zbog višestrukog načina upotrebe. Najviše se koristi u svježem stanju, no jedna je od najčešćih povrtnih kultura koje se prerađuju. Važnu ulogu ima u ljudskoj prehrani zbog svoje nutritivne vrijednosti te je neizostavni sastojak mnogobrojnih jela, posebice u mediteranskoj kuhinji. Važno je napomenuti kako je potrošnja rajčice u gospodarski razvijenijim državama mnogo veća, nego u državama koje su u razvoju, zbog educiranosti potrošača o nutritivnoj vrijednosti rajčice i njezinog pozitivnog utjecaja na zdravlje (Matotan, 2008.).

Na godišnjoj je razini potrošnja rajčice u državama u razvoju manja od 10 kg po stanovniku dok je u razvijenijim čak tri puta veća. U Hrvatskoj se godišnje pojede oko 13 kg rajčice po stanovniku, što je petina ukupne potrošnje ostalog povrća (Lešić i sur., 2016.).

Zreli plod rajčice prema različitim autorima može sadržavati 3-7% suhe tvari (Tablica 2.), stoga je njegova energetska vrijednost niska i iznosi svega 20-25 kcal na 100 g ploda (Matotan, 2008.; Matotan, 2004.).

Tablica 2. Postotak suhe tvari u rajčici prema različitim autorima

Literaturni izvor	Postotak suhe tvari (% ST)
Parađiković (2009.)	3-6
Lešić i sur. (2006.)	5-7
Matotan (2004.)	4-6

U Tablici 3. prikazana je hranidbena vrijednost svježeg ploda rajčice izražena u postocima. Organske kiseline i reducirajući šećeri i čine 60-70% topljivih tvari u soku od rajčice. Sorte za preradu obično sadrže manje šećera od sorti koje se uzgajaju za potrošnju u svježem stanju. U suhoj tvari, rajčica sadrži 1,7% fruktoze, te se nalazi u većim količinama od glukoze koje ima 1,5%, dok količina saharoze nikad ne prelazi 0,5%. Sadržaj bjelančevina iznosi oko 1%, sirovih vlakana 0,5% i ulja 0,2% (Lešić i sur., 2016.; Sainju i sur., 2003.).

Tablica 3. Hranidbena vrijednost svježeg ploda rajčice izražena u postocima

Sastav	%
Voda	92,0-95,2
Sirove bjelančevine	0,4-1,25
Sirove masti	0,2-0,95
Ugljikohidrati	1,87-9
-od toga šećeri (fruktoza i glukoza)	2,4-7
Vlakna	0,31-1,8
Minerali	0,60-0,61

Izvor: Lešić i sur., 2016.

Isto tako, rajčica je važan izvor vitamina i minerala za ljudski organizam. U Tablici 4. prikazane su količine važnijih vitamina i minerala izražene u mg/100 g svježeg ploda rajčice. Od minerala najzastupljeniji je kalij, a važni su i fosfor, magnezij, kalcij, natrij te željezo.

Tablica 4. Količine vitamina i minerala izražene u mg/100 g svježeg ploda rajčice

Vitamini i minerali	mg/100 g svježe tvari
Karoten	0,15-2,3
Vitamin E	oko 0,36
Vitamin K	0,4-0,8
Vitamin B ₁	0,016-0,08
Vitamin B ₂	0,02-0,09
Vitamin B ₃	0,3-0,85
Vitamin B ₅	0,28-0,34
Vitamin B ₆	0,07-0,15
Biotin	0,004
Folna kiselina	0,0086
Natrij	2,6-33
Kalij	92-376
Magnezij	13-20
Kalcij	10-21
Fosfor	7-53
Željezo	0,4-1,2
Sumpor	13-20

Izvor: Lešić i sur., 2016.

Osim sadržaja šećera, okus i aromu rajčici daju organske kiseline, a u plodu prevladavaju limunska i jabučna kiselina. Zbog sadržaja organskih kiselina, sok rajčice je kiseo, a pH je obično ispod pH 4,5. Osim šećera i kiselina, na okus ploda rajčice utječu i različiti aromatični spojevi, kojih je identificirano više od 400. Za kemijski sastav ploda važna su sortna svojstva rajčice, ali i utjecaj vanjskih uvjeta, načina uzgoja i tehnologije proizvodnje (Matotan, 2008.; Matotan, 2004.; Petro-Turza, 1986.).

Rajčica ima mnoga svojstva koja pozitivno utječu na ljudsko zdravlje. Snižava krvni tlak i poboljšava eliminaciju vode iz tijela. Isto tako, njezina se konzumacija preporučuje kod bolesti jetre, bubrega i šećerne bolesti te se koristi kao oblog za osjetljivu kožu (Borošić, 2016.).

Likopen je glavni karotenoid koji se nalazi u ljudskoj krvi i tkivima. Rajčice i proizvodi od rajčice glavni su izvor likopena, čineći 90% likopena u ljudskoj prehrani. Rajčice i proizvodi od rajčice također sadrže alfa, beta, gama karotene i lutein. Sadržaj likopena u svježoj rajčici proizvodima od rajčice ovisi o zrelosti ploda, sorti i načinu prerade. Različiti utjecaji djelovanja likopena tumače se biokemijskim mehanizmima, posebice kao antioksidansa i regulatora rasta stanica. Istraživanja o ulozi likopena u prevenciji raznih vrsta karcinoma pokazala su da u krvi i

tkivu oboljelih ima znatno manje likopena i selena nego u skupini zdravih ljudi (Kabore i sur., 2022.; Lešić i sur., 2016.; Dunnde, 1996.).

Istraživanja su pokazala da likopen smanjuje pojavu zloćudnih bolesti prostate i do 40%, što potvrđuje i činjenica da Talijani puno rjeđe oboljevaju od raka prostate, a jedan od razloga je svakako i korištenje velikih količina svježih rajčica i njezinih prerađevina u svakodnevnoj prehrani (Kabore i sur., 2022.; Lešić i sur., 2016.). Dokazano je da likopen ne samo da smanjuje rizik od raka prostate, već i rizik od raka drugih organa poput raka pluća i dojke. Uz zdravstvene dobrobiti likopena, rajčica je također važan izvor drugih antioksidansa poput vitamina C i beta-karotena (Matotan, 2008.). Ovi antioksidansi neutraliziraju štetno djelovanje slobodnih radikala koji oštećujući stanice, pojačavaju različite upalne procese te mogu uzrokovati aterosklerozu, komplikacije dijabetesa i nastanak tumora. Rajčice su važan izvor dijetalnih vlakana koja povoljno djeluju na razinu kolesterola i šećera u krvi te imaju važnu ulogu u prevenciji raka debelog crijeva (Matotan, 2004.; Dunnde, 1996.). Kalij, niacin, vitamin B₆ i folna kiselina, kojih također ima u izobilju u rajčici, doprinose zdravlju srca i krvnih žila kroz različite mehanizme djelovanja snižavajući krvni tlak i razinu kolesterola. Salicinat je tvar koja se nalazi u plodu rajčice i koja je vrlo slična aspirinu, također pomaže u smanjenju rizika od srčanih bolesti. Neka istraživanja na plodovima rajčice dokazala su kako sastav ulja ima vrlo hranjiva svojstva te sadrže visok udio esencijalnih nezasićenih masnih kiselina (>62%) (Kabore i sur., 2022.). Biotin, vitamin koji se također nalazi u rajčici, podržava rad živčanog sustava i pridonosi zdravlju kože, dok riboflavin značajno smanjuje učestalost napadaja migrene (Matotan, 2008.; Matotan, 2004.).

2.1.4. Morfološka i biološka svojstva

Korijen svake biljke, uključujući i rajčicu, igra vrlo važnu ulogu zbog dubine oranja tla, unošenja gnojiva u tlo te prilikom navodnjavanja. Biljku rajčice karakterizira dobro razvijen korijenov sustav s velikom upojnošću. Glavni korijen može biti dubok do 1 m, a njegova glavnina u sloju tla do 30 cm. Grananje glavnog korijena započinje u ranom stadiju razvoja te korijenov sustav može biti promjera i do 1,5 m (Lešić i sur., 2016; Parađiković, 2009.; Matotan, 2008.).

Mlada biljka rajčice najprije razvije središnji korijen vretenastog oblika, a vrlo brzo i bočne korijene koji gotovo dosegnu stupanj razvoja glavnog korijena dostižući promjer i do 1,5 m (Slika 2.).



Slika 2. Korijen rajčice
Izvor: Web 2.

Bočno korijenje naročito se intenzivno razvija kod biljaka uzgojenih iz presadnica (Matotan, 2008.; Butorac, 1999.). Posebno duboko prodire korijen biljaka uzgojenih izravnom sjetvom što ih čini tolerantnijim na nedostatak vlage u tlu u odnosu na one uzgojene iz presadnica (Parađiković, 2009.; Matotan, 2004.). Razvijenost korijenovog sustava usko je povezana s bujnošću nadzemnog dijela biljaka. Također, iz nadzemnih dijelova rajčica može formirati adventivno korijenje. Ta je sposobnost posebno izražena u subkotedonu stabljike i redovito se javlja kod dublje sadnje biljaka (Butorac, 1999.). Adventivno korijenje razvija se iz gornjih dijelova stabljike na dijelu koji dodiruje tlo u polegnutom položaju. Veličina korijena ovisi o sortnim karakteristikama i uvjetima zakorjenjivanja (fizičkim svojstvima tla) te vodnom režimu. Kada je tlo dobro saturirano vodom, masa korijena je manja (Lešić i sur., 2016.). Tehnologija uzgoja sve se više razvija pa tako osim uzgoja rajčice na vlastitom korijenju provodi se i cijepljenje na podloge drugih sličnih vrsta koje imaju još razvijenije korijenje. Cijepljenje na podloge pozitivno utječe na prinos, kvalitetu ploda te otpornost na razne bolesti i štetnike (Borošić, 2016.).

Stabljika rajčice je zeljasta, po površini dlakava, žljezdasta, nije čvrsta, člankovita i dosta je razgranata (Slika 3.) Prilikom uzgoja na otvorenom glavna stabljika ovisno o tipu rasta može doseći dužinu 0,5-2,5 m. U donjem dijelu (bazi) kod pune zrelosti stabljika je promjera 2-4 cm te često odrveni. Sadrži vrlo malo sklerenhimskog staničja tj. nema dovoljno potpornog tkiva

zbog čega rastom poliježe na tlo pod opterećenjem plodova i lišća. Svaka se stabljika sastoji od nodija te internodija (koljenaca i međukoljenaca) (Parađiković, 2009.; Matotan, 2008.).



Slika 3. Stabljika rajčice
Izvor: Web 3.

Guste sitne dlačice nalaze se na površinskom dijelu te izlučuju želatinoznu masu koja sadrži solanin i zbog kojeg rajčica ima specifičan miris. Stabljika je zelena s više ili manje izraženom ljubičastom nijansom, osobito kod mladih biljaka, a starenjem biljke postupno nestaje. Okruglog je presjeka kod mladih biljaka, a starenjem postepeno postaje rebrasta. Stabljika rajčice pri slobodnom razvoju grmolikog je izgleda i jako razgranata. Niske sorte čiji se zaperci ne režu, mogu biti visine do 1 metar (Matotan, 2004.; Butorac, 1999.). Važno je spomenuti da iz pazušca svakog lista izraste nova grana, a ovisno o uvjetima uzgoja vrh biljke stalno raste uvis (Matotan, 2008.; Matotan, 2004.).

Dva osnovna tipa rasta stabljike rajčice su: indeterminantan (neograničen) te determinantan (ograničen). Kultivari neograničenog rasta često se nazivaju visoki dok su kultivari ograničenog tipa, niski ili grmasti (Lešić i sur., 2016.; Parađiković, 2009.; Matotan, 2008.; Matotan, 2004.).

Kultivare neograničenog tipa karakterizira ujednačen rast i razvoj generativnih organa. Stabljika može biti duga nekoliko metara, a odlikuje se dugim internodijima, često dužim od 15 cm. Prve cvjetne grančice formiraju se na stabljici nakon 7-14 listova, zatim obično nakon tri nova lista. Vegetacijski vrh je aktivan tijekom cijele vegetacije producirajući nove listove i cvjetne grančice. Iz pazušca listova redovito izrastaju bočne grančice (zaperci), koje se kod uzgoja indeterminantnih sorti zakidaju. Zbog vrlo visoke stabljike uzgajaju se uz oslonac, a vrh

vegetacije raste sve dok ima povoljne uvjete: temperaturu i svjetlo (Matotan, 2008.). U hidroponskom uzgoju dužina stabljike nekih kultivara mogu doseći 12 m (Parađiković, 2009.).

Kultivari ograničenog rasta imaju kratke internodije koji su najčešće dužine oko 3 cm. Prve se cvjetne grančice formiraju nakon 6-8 razvijenih listova, a ostale nakon sljedeća dva ili svakog lista. Najčešće nakon 3-5 formiranih cvjetnih grančica prestaje daljnji rast stabljike. Bočni izdanci također rastu iz pazušca listova, tvoreći cvjetne izdanke, kao i na glavnoj stabljici. Prilikom uzgoja kultivara ograničenog rasta, ne zakidaju se bočni izboji, biljke poprimaju grmoliki izgled, obično visine 60-80 cm, stoga ne zahtijevaju potporu tijekom uzgoja. Budući da se istovremeno razvija više bočnih grana, vrijeme cvatnje i plodonošenja je relativno kratko pa plod ravnomjerno sazrijeva te se ovakav tip kultivara može jednokratno brati, a uglavnom se koristi za proizvodnju rajčice za preradu (Lešić i sur., 2016.; Matotan, 2008.).

Osim dva osnovna tipa rasta, razni autori navode i semideterminantan (poludeterminantni), prijelazni oblik koji može imati duže stabljike, ovisno o kultivaru. Poludeterminantni oblik rasta zapravo je bujniji determinantni tip s dužim internodijima (Lešić i sur., 2016.; Parađiković, 2009.; Matotan, 2008.).

Kad rajčica proklije, pojavljuju se prvi kotiledonski listovi koji su lancelastog oblika te prekriveni finim dlačicama. Pravi listovi koji se pojavljuju nakon toga neparno su perasti, a sastoje se od duge peteljke i nekoliko urezanih liski različitih veličina (Slika 4.). Listovi mogu biti različitih veličina, a kod nekih su sorti dugi i do 60 cm (Matotan, 2008.). Liske su najčešće romboidne, zaobljenih ili šiljastih vrhova, nazubljenih rubova, naborane površine i prekrivene sitnim dlačicama. U pravilu su i listovi ranih sorti manji i jače rasječeni, dok su kasnih sorti veći i cjelovitiji (Matotan, 2008.; Matotan 2004.; Lešić i sur., 2016.).



Slika 4. List rajčice
Izvor: Web 4.

Veličina lista varira ovisno o položaju na biljci i uvjetima rasta. Kod većine sorti uzgajanih u zaštićenim prostorima listovi su krupni i bujniji, a kod nekih sorti listovi podsjećaju na lišće krumpira. Boja lišća može varirati od svijetle do tamne, odnosno sivo-zelene (Lešić i sur., 2016.; Parađiković, 2009.).

Boja lišća sortna je karakteristika koje uvelike ovisi i o uvjetima uzgoja. Položaj listova na biljci također je sortna karakteristika i može biti poluuspravan, horizontalan ili opušten. Žile su najčešće zelene, a kod nekih sorti djelomično ljubičaste zbog izraženog sadržaja antocijana (Lešić i sur., 2016.; Matotan, 2008.; Matotan 2004.).

Cvjetovi rajčice su dvospolni, pentamerni i sadrže pet lapova, latica i prašnika. Latice su žute boje, a prašnici srasli i okružuju tučak. Čašični listovi su zelene boje i obrasli dlačicama, a do početka cvatnje u cijelosti obuhvaćaju cvjetni pup. U dnu cvijeta krunasti listovi srasli su s prašnicima i žute su boje. Na intenzitet boja cvijeta uvelike utječu uvjeti uzgoja. Broj prašnika je isti kao i broj latica i lapova. Prašnici su cjevasto srasli i obavijaju plodnicu i tučak je zeleno žute boje, zadebljan i izdužen, a na vrhu se nalazi loptasta njuška. Kraći je od prašnika koji ga okružuju, čime osigurava samooplodnju. Pod uvjetom da je temperatura previsoka tijekom razdoblja cvatnje, tučak se može izdužiti. Kao posljedica toga, njuška tučka prelazi razinu prašnika, što može smanjiti mogućnost oplodnje, a neoplođeni cvjetovi otpadaju. Plodnica je nadrasla, dvo i višegradna, a sadrži mnogo sjemenih zametaka (Matotan, 2008.).

Prašnici najčešće pucaju uzdužno prije nego što se cvijet otvori, čime se osigurava samooplodnja. Peludna se zrnca lako lijepe za njušku tučka te su jako higroskopna i teško pokretna. Zbog toga se koriste se dodatne mjere za poticanje oplodnje prilikom uzgoja rajčice u zatvorenim prostorima, kao što su: otresanje biljaka, korištenje električnih vibratora ili korištenje bumbara (Lešić i sur., 2016.; Matotan, 2008.).

Cvjetovi rajčice ne izlučuju nektar, a pčele ih oprašuju zbog visokog sadržaja solanina, pa dodatne mjere oprašivanja vrlo pozitivno utječu na prinos i kvalitetu plodova. Peludna zrnca rajčice osjetljiva su na temperaturna kolebanja, pa ne kliju na temperaturama nižim od 13°C te iznad 30°C, što može značajno dovesti do slabije oplodnje prilikom nepovoljnih temperatura tijekom cvatnje, a time negativno utjecati na urod i kvalitetu plodova (Lešić i sur., 2016.)

Kod ranih sorti rajčice, kada su klimatski uvjeti povoljni, prva cvatnja javlja se na internodijima nakon 5-6 listova. Budući da se cvat sastoji od jednog ili više cvjetova, često je potrebno vršiti redukciju otkidanjem cvjetova. Time se osigurava ujednačenost plodova, o čemu ovisi i redovita berba. Sakupljeni u pojedinačnim cvatovima, cvjetovi tvore cvjetne

grančice. Cvatovi mogu biti jednostavni ili sastavljeni grozdovi. Komercijalno uzgajane sorte s krupnim plodovima obično imaju jednostavan grozd, s desetak simetrično postavljenih cvjetova s obje strane glavne grane. Međutim, u sastavljenim grozdovima, glavna se grana grozda dijeli na dvije grane koje se zatim mogu ponovno granati. Ovi složeni cvatovi tada mogu imati na desetke cvjetova (Slika 5.) Struktura cvata ovisi o sorti rajčice, ali i o temperaturnim uvjetima (Borošić i sur., 2016.; Lešić i sur., 2016.; Parađiković, 2009.; Matotan, 2008.).



Slika 5. Cvat rajčice
Izvor: Web 5.

Cvat se razvija na internodijima između dva lista. Pri nižim temperaturama tijekom uzgoja presadnica prvi cvjetovi će se formirati na višim internodijima u odnosu na presadnice uzgojene u optimalnim temperaturnim uvjetima (Matotan, 2008.; Matotan, 2004.).

Ovisno o uvjetima uzgoja, stabljika može sadržavati do 20 cvatova. Cvatovi postepeno cvatu od dna prema vrhu grozdova. Ovisno o sorti tj. veličini ploda, broj cvjetova u cvatu može biti od 5 do 7 (jako veliki plodovi) i više od 20 (sitni plodovi) (Matotan, 2004.).

Sjeme rajčice je ovalno okruglo i spljošteno, dio je pulpe i blijedo žutosmeđe ili sivo-žute je boje. Može biti 3-5 mm duljine, 2,3-4 mm širine i 0,5-2 mm debljine. Površina sjemena prekrivena je gustim i sitnim dlačicama (Slika 6.). Masa 1000 sjemenki iznosi 2,7-3,5 grama. U jednom gramu, ovisno o kultivaru i krupnoći sjemena, mogu se nalaziti 250 do 350 sjemenki. U pravilu krupniji plodovi imaju više sjemenki i one su krupnije. Sjeme sorti konzumne rajčice indeterminantne stabljike krupnije je od sjemena sorti determinatne stabljike koje se koriste za preradu. Sjeme rajčice nalazi se na sjemenoj loži između unutarnjih pregradnih stijenki ploda. Ukoliko plodovi imaju veći broj unutarnjih stijenki sadrže manje sjemena (Lešić i sur., 2016.; Parađiković, 2009.; Matotan, 2008.).



Slika 6. Sjemenke rajčice
Izvor: Web 6.

Sjeme rajčice vrlo brzo bubri, no ako temperature nisu povoljne, klijanje neće započeti. Temperature pri kojima rajčica najčešće klija su 15-25 °C, a temperaturni optimum za uspješno klijanje iznosi 20-25 °C. Minimalna temperatura klijanja je 13 °C, no postoje kultivari koji počinju klijeti pri 10 °C. Kultivari koji imaju sposobnost klijanja pri nižim temperaturama, vrlo dobro kličaju i pri temperaturama do 35 °C. Isto tako, zabilježeno je i 30% klijanja pri 37 °C. Sjeme rajčice najbolje klija u mraku, a postoje kultivari koji ne mogu klijeti na svjetlu. Klijanje i nicanje mogu se pospješiti primjenom regulatora rasta kao što su: giberelinska kiselina GA, naftalenoctena kiselina NAA te indolpropionska kiselina PA (Lešić i sur. 2016.; Parađiković, 2009.).

Sjeme se odlikuje i visokim sadržajem ulja, čak oko 20%. Sastoji se od sjemene ljuske, klice, endosperma i pupka kojim je bilo vezano na sjemenu ložu. Samu klicu čine supke, klicino stabalce ili hipokotil te klicin korjenčić. Tijekom klijanja sjemena u početku se razvije korjenčić, a zatim se nicanjem ostatak sjemenke iznosi na površinu te dolazi do pucanja sjemene ljuske i oslobađanja supke. Od jednog kilograma zrelih plodova dobiva se oko 4 grama sjemena. Tijekom dorade sa sjemena se skidaju dlačice da ne bi otežavale sjetvu ili se sjeme pilira tako da poprimi pravilan kuglast oblik. Visoko kvalitetno sjeme u povoljnim se skladišnim uvjetima može čuvati 4-6 godina, a da značajno ne izgubi na kvaliteti. Nakon tog perioda opada mu energija klijanja iako djelomičnu klijavost može sačuvati i do 8 godina (Matotan, 2008.).

Plodovi rajčice su mesnate i sočne bobice koje dolaze u različitim veličinama, oblicima i bojama. Struktura ploda sastoji se od kože, mesa (perikarpa) i pulpe zajedno sa sjemenkama i želatinoznim tkivom u središnjem dijelu. Na presjeku ploda vidljive su komore ili gnijezda (Slika 7.). Komore ovisno o vanjskim čimbenicima i sorti mogu biti dvogradne, trogradne ili višegradne. Što ima više komora i deblju vanjsku i unutarnju stijenku, plod je čvršći i ima veći sadržaj suhe tvari (Borošić i sur., 2016.; Lešić i sur., 2016.; Parađiković, 2009.; Matotan, 2008.).



Slika 7. Presjek ploda rajčice
Izvor: Web 7.

Stapka ploda sadrži stanice smještene na svojoj bazi koje pomažu prilikom odvajanja ploda zajedno sa čašičnim listićima i dijelom stapke. Zahvaljujući oplemenjivanju, plodovi nekih kultivara se odvajaju bez stapke, što omogućuje mehaniziranu berbu plodova rajčice za preradu. Tijekom berbe određenih sorti rajčice, dio stabljike koji sadrži čašične listove može ostati pričvršćen za plod, dok se kod suvremenih sorti plod odvaja od stabljike. Kod rajčice za potrošnju u svježem stanju, poželjno je zadržati ostatak peteljke na plodu kako bi se pokazala kvaliteta nedavno ubranog ploda (Lešić i sur., 2016.). Najveći udio šećera sadrže plodovi koji su sazreli na biljci, a kiseline postižu maksimalnu vrijednost prije nego plod potpuno sazri. Do završetka zrenja dolazi do smanjenja koncentracije jabučne kiseline, dok se koncentracija limunske kiseline povećava (Lešić i sur., 2016.; Hobson 1995.).

Odnos promjera i visine ploda određuju njegov oblik. Postoje različiti termini kojima se može opisati oblik plodova, na primjer: spljošten, blago izdužen, okrugli, okruglo spljošten, okruglo spljošten gladak ili okruglo spljošten rebrast. Također, plodovi mogu biti i šljivolikog, kruškolikog, cilindričnog ili srcolikog oblika. Kad je visina veća od promjera plodovi su eliptičnog, ovalnog ili izduženog oblika. Kad je visina podjednaka omjeru, plodovi su okruglog oblika. Plosnatog su oblika oni plodovi kod kojih je promjer veći od visine (Borošić i sur., 2016.; Lešić i sur., 2016.; Parađiković, 2009.; Matotan, 2008.).

Tijekom rasta nezreli plod može biti svijetlozelen do tamnozelen sa ili bez tamnozelenog prstena oko stapke. Boju ploda određuje pokožica ploda i vanjska stijenka koja je najčešće crvena, ali može biti i žuta ili bijela. Meso ploda dolazi u raznim kombinacijama boja: žuta, žuta i crvena, žuta i narančasta te narančasta i crvena. Želatinozno tkivo koje zauzima prostor oko sjemenki može biti zeleno, a radialne stijenke perikarpa kod nekih su kultivara svjetlije ili bijele boje. Parenhimsko tkivo takvih stijenki ima međustanične prostore ispunjene zrakom, što daje privid bijele boje. Najveći broj komercijalnih sorti rajčice ima žutu pokožicu i crvenu vanjsku

stijenku ploda čija boja potječe od karotenoida likopena. Osim crvene boje kod nekih se sorti na zrelih plodovima uz stapku zadržava uži ili širi pojas zelene boje. Ta osobina nije najpoželjnija na sortama namijenjenim za svježju potrošnju dok je na sortama za preradu ne smije biti (Parađiković, 2009.; Matotan, 2008.).

Brzina bojanja plodova izravno ovisi o intenzitetu osvjetljenja i ishrani, kao i dnevnim i noćnim temperaturama. Idealna temperatura tijekom dana iznosi između 18 i 22 °C, a noću ne ispod 10 °C. Nagle promjene temperature mogu uzrokovati promjenu boje ploda. Zbog vrlo visokih temperatura u prijelaznom razdoblju između svibnja i lipnja, dnevne temperature često značajno variraju (temperaturna razlika je 10-15 °C) u odnosu na noćne temperature što može dovesti do pojave šarenila na plodu rajčice (Matotan, 2008.).

Kontroliranim prihranjivanjem biljke dotok hraniva je ujednačen, dok se u uzgoju rajčice uz povremeno prihranjivanje javlja neujednačena i šarena boja ploda. Plod zelene rajčice sadrži alkaloid solanin koji se tijekom zrenja razgrađuje, a plod pod utjecajem likopena, ksantofila i karotena poprima žutu, ružičastu i crvenu boju (Matotan, 2008.; Matotan, 2004.).

Plodovi rajčice mogu se rasporediti u određene klase ovisno o veličini ploda (promjeru) te prema krupnoći (težini) (Tablica 5.). Klase u koje se svrstavaju plodovi su: sitni, srednje krupni, krupni te ekstra krupni plodovi. Plodovi rajčice mogu biti do 12 cm u promjeru, a mogu težiti do 400 g (Borošić, 2016.).

Tablica 5. Klasifikacija plodova rajčice prema promjeru i težini

Klase plodova prema promjeru	Klase plodova prema težini
Vrlo sitni (<3 cm)	Sitni (<150 g)
Sitni (3-5 cm)	
Srednje krupni (5-8 cm)	Srednje krupni (150-180 g)
Krupni (8-12 cm)	Krupni (180-220 g)
Ekstra krupni (>12 cm)	Ekstra krupni (350-400 g)

Izvor: Borošić, 2016.

Veličina ploda sortna je osobina, no ona ovisi o nizu drugih čimbenika, uključujući položaj ploda u grozdu i na biljci, klimatske uvjete te tehnologiju proizvodnje. Također, manja

opskrbljenost biljke vodom, hranivim tvarima, gusti sklop i velika opterećenost biljaka plodovima rezultiraju stvaranjem manjih plodova. Sitni plodovi zbog toga imaju više suhe tvari i šećera te su ukusniji, a poznato je kako na bolji ukus i slatkoću plodova utječe i dobro izbalansiran odnos kalija u biljci (Lešić i sur., 2016.; Parađiković, 2009.). Na nižim se etažama stvaraju veći plodovi, a plodovi koji se nalaze bliže stabljici unutar grozda obično su veći od onih na vrhu. U uvjetima manje opskrbljenosti biljke vodom i skromnoj ishrani, plodovi se mogu izdužiti, dok u idealnim uvjetima koji potiču rast biljaka, plodovi su plosnati, rebrasti i ponekad deformiraniji (Slika 8.) (Matotan, 2008.).



Slika 8. Raznolikost plodova rajčice

Izvor: Web 8.

2.1.5. Uzgoj rajčice

Poznato je kako je rajčica biljka koja se za potrošnju u svježem stanju može uzgajati na otvorenom ili zaštićenim prostorima te se njezina berba provodi ručno i višekratno. Rajčica koja se koristi za preradu uzgaja se na otvorenom te za njezin uzgoj i berbu koristi se mehanizacija (Matotan, 2004.).

2.1.5.1. Proizvodnja rajčice za svježju potrošnju

Prilikom uzgoja rajčice na otvorenom (Slika 9.) potrebno je obratiti pozornost na klimatske uvjete, a osobito temperature. Rast i razvoj plodova moguć je samo u bezmraznom razdoblju, a može trajati od 90 do 100 dana. Ukoliko su zeleni plodovi 2-3 dana izloženi niskim temperaturama (manja od 5 °C) ne mogu potpuno sazreti. Rajčica može uspjevati na različitim tlima, od lakih pjeskovitih pa sve do težih. Vrlo je tolerantna na blagu zaslanjenost, do 2,0 dS/m (deciSiemens po metru) te podnosi širok raspon pH vrijednosti (5,5-7,9) (Borošić, 2016.).



Slika 9. Uzgoj rajčice na otvorenom

Izvor: Web 9.

Uzgaja se iz presadnica koje se najčešće proizvode u zaštićenim prostorima: plastenicima, staklenicima, klijalištima, niskim ili visokim tunelima. Presadnice se u zaštićenim prostorima uzgajaju 6-9 tjedana te je zbog toga omogućen duži period plodonošenja i bolja iskoristivost kapaciteta rodosti prilikom uzgoja na otvorenom. Isto tako, smanjen je utrošak sjemena po jedinici potrošnje što smanjuje troškove zbog skupog hibridnog sjemena. Uzgoj rajčice na otvorenom, izravnom sjetvom ponajviše se koristi prilikom uzgoja za preradu. Plodonošenje kasnije počinje te kraće traje za razliku od uzgoja iz presadnica. Također, prilikom izravne sjetve prednost imaju područja s dužim bezmraznim razdobljima. Presađivanje u polje vrši se kada nestanu opasnosti od mraza koji se u najčešće javlja u kasno proljeće. Poslije presađivanja potrebno je osigurati potporanj odnosno armaturu. Na taj način plodovi ranije dozrijevaju i krupniji su (Lešić i sur., 2016.; Matotan 2004.).

Za uspješan uzgoj i visoke prinose rajčice, za vrijeme sušnog vremena, potrebno je navodnjavanje. Isto tako, rajčica je vrlo izložena i osjetljiva velikom broju nametnika i štetnika. Uzročnici različitih bolesti najčešće su: virusi, gljivice, bakterije i mikroplazme. Različite štete kod uzgoja nanose mnogi insekti i nematode. Vrlo je važno primjenjivanje preventivnih mjera, kontrola populacije štetnika i pridržavanje plodosmjene prilikom suzbijanja nametnika. Razvojem novih tehnologije sve se češće koriste rezistentni ili tolerantni kultivari. Plod se ovisno o udaljenosti i zahtjevima tržišta, bere sa stapkom i čašičnim listićima ili bez nje. Zeleni čašični listići prilikom plasmana plodova na tržište, pokazuju potrošačima da je plod svjež. Plodovi se beru tek u tehnološkoj zriobi: crvena, ružičasta, prijelazna (žuta) te zelena zrioba.

Moderni kultivari koji se uzgajaju na otvorenom imaju veliki kapacitet rodnosti te je moguće postići prinose 30-80 t/ha (Lešić i sur., 2016.).

Nadalje, kod uzgoja na otvorenom koriste se razni hibridi visoke stabljike koji su neograničenog rasta te niske determinantne stabljike koje ne trebaju oslonac. Niske sorte sklone su raznim oboljenjima, niži su prinosi, teža je zaštita i berba, ali troškovi proizvodnje su manji nego kod uzgoja hibrida neograničenog rasta. Uzgoj u zaštićenom prostoru (Slika 10.) može produljiti sezonu uzgoja za nekoliko tjedana te se isključivo uzgajaju hibridi visoke indeterminantne stabljike.



Slika 10. Uzgoj rajčice u zaštićenom prostoru

Izvor: Web 10.

2.1.5.2. Proizvodnja rajčice za preradu

Rajčica se uz konzumaciju u svježem stanju uzgaja za preradu zbog specifičnih svojstava te prehrambene vrijednosti. Razvojem novih tehnologija došlo je do selekcije sorata i hibrida rajčice za preradu. Danas postoji i nekoliko tisuća različitih sorata i hibrida rajčice. Prilikom njihova uzgoja za preradu potrebno je zadovoljiti fizička svojstva sirovina (oblik, veličinu plodova, boju, konzistenciju, udio suhe tvari) i kemijski sastav. Razvojem strojeva koji omogućuju mehaniziranu berbu povećala se isplativost uzgoja plodova za preradu. Primjena mehanizirane berbe zahtijeva da plodovi budu čvrste konzistencije. Prema različitim autorima, u Kaliforniji se proizvodi najviše rajčice za preradu, više od 10 milijuna tona na oko 150 000 ha. Takve prinose nije moguće ostvariti bez korištenja mehanizacije od sjetve rajčice pa sve do njezine berbe (Lešić i sur. 2016.; Matotan, 2004.).

Za uspješan uzgoj potrebno je da klimatski uvjeti (duže razdoblje bez mraza, malo oborina u vrijeme zriobe) budu povoljni kako bi proizvodnja bila isplativa. Izbor tla ima bitnu ulogu u proizvodnji, a prednost imaju lakša tla bolje strukture, zbog primjena agrotehničkih mjera teškom mehanizacijom. Kod težih tala brzo dolazi do stvaranja pokorice te ako je tlo prezasićeno vodom, agrotehničke mjere je nemoguće primijeniti (Lešić i sur., 2016.).

Kultivari rajčice za preradu neprestano se mijenjaju i proširuju, stoga je potrebno osigurati proizvodnju onih koji zadovoljavaju određenu namjenu korištenja te su najisplativiji, s tehnološkog i poljoprivrednog gledišta. Sorte rajčice za preradu mogu se razvrstati u nekoliko skupina, a najčešća je ona prema obliku tj. veličini plodova: sorte okruglih, ovalnih, rebrastih ili izduženih i kruškolikih plodova (Mikolčević, 1969.; Jurišić i Pribetić, 2001.; Marković i sur. 2006.).

Rajčica namijenjena preradi može se uzgajati izravnom sjetvom ili iz presadnica, a najčešće se koriste niske determinantne sorte. Njihova se proizvodnja najčešće obavlja izravnom sjetvom osim u slučajevima gdje nisu idealni uvjeti te izravna sjetva nije moguća (Matotan, 2008.).

Determinantni kultivari slabo bujnog rasta najčešće se koriste za izravnu sjetvu zato što podnose gusti sklop. Krupno lišće vrlo dobro pokriva plodove, a čuva ih od paleži uzrokovane Suncem te im osigurava obojenost. Mehanizirana berba plodova je jednokratna te vrlo destruktivna, stoga plodovi moraju biti vrlo čvrsti i ne smiju biti skloni pucanju. Kod izravne sjetve najvažniju ulogu ima dobra poravnatost uzgojne površine i pripremljenost sjetvenog sloja. Sije se najčešće na pripremljene gredice ili ravnu površinu. Isto tako, sijanje se može provoditi u redove koji 150 cm udaljeni ili u trake s 2 reda gdje međuredni razmak ne prelazi 50 cm, a razmak između tih traka je 100 cm. Sjetva se provodi kada prestanu opasnosti od mraza koji se javlja u proljeće te kada sjetveni sloj postigne temperaturu od 10 do 12 °C. Obavlja se pneumatskim sijačicama na dubinu od 2 do 3 cm. Sjetvena norma ovisi o dužini vegetacije te bujnosti kultivara (Lešić i sur., 2016.). Nakon što biljke niknu i kada imaju 4-5 listova, usjev je potrebno međuredno kultivirati, prihranjivati i po potrebi prorjeđivati. Tijekom vegetacije biljke se navodnjavaju i štite od bolesti (Lešić i sur., 2016.; Matotan, 2008.).

Prednosti uzgoja iz presadnica su: lako se ostvaruje planirani sklop, sigurniji način proizvodnje te ranija berba. Ovaj je način uzgoja skuplji u odnosu na uzgoj izravnom sjetvom. Proizvodnja presadnica u zaštićenim prostorima jednaka je kao i pri uzgoju plodova za svježiju potrošnju. Uzgoj pomoću presadnica mnogo je sigurniji, a omogućava lakše postizanje

planiranog sklopa i raniju žetvu. Ipak, proizvodnja je skuplja nego kod izravne sjetve zbog troškova proizvodnje presadnica. Presadnice namijenjene preradi rajčice uzgajaju se u kontejnerima od stiropora ili plastike, manjeg volumena u odnosu na one koje se uzgajaju za svježiju potrošnju. U jednostruke redove s razmakom od 140-150 cm sadilicama se presađuju presadnice s 4-5 listova te je na taj način moguće ostvariti sklop od 20 000 do 24 000 biljaka/ha. Ovisno o bujnosti, razmak presađenih biljaka unutar reda iznosi 30-35 cm. Tijekom vegetacije, biljke uzgojene iz presadnica se štite od bolesti navodnjavaju po potrebi (Lešić i sur., 2016.; Matotan, 2008.).

Industrijska prerada rajčice zahtijeva mehanizirani pristup berbi jer je ručno branje skupo i može činiti do 40% ukupne vrijednosti proizvodnje. Kada 80-85% plodova dostigne tehnološku zrelost, pristupa se mehaniziranoj berbi. Za berbu se mogu koristiti samohodni kombajni koji imaju kapacitet rada do 15 tona na sat ili vučeni kombajni kapaciteta koji varira od 3 do 5 tona na sat rada (Slika 11.). Kombajni kose stabljike, a pokretne trake ih vuku u kombajn gdje posebni tresaći odvajaju zrele plodove. Oni se zatim prevoze u prikolice ili velike sanduke na kombajnu. Uz navodnjavanje prosječni urodi rajčice za preranu mogu biti 50-60 t/ha. Primjena mehanizirane žetve dovela je transporta plodova u rasutom stanju što rezultira oštećenjima plodova, a posebno onih u optimalnom stanju zrelosti. Manje gajbe ili sanduci za pakiranje mogu smanjiti oštećenja i ponuditi bolju kontrolu rukovanja od polja do proizvodnih linija (Lešić i sur. 2016.; Matotan, 2008.; Matotan, 2004.).



Slika 11. Mehanizirana berba rajčice za preradu

Izvor: Web 11.

2.2. Prerada rajčice

Rajčice za preradu moraju biti svježe ubrane, zdrave, crvene i neoštećene, bez zelenih ili trulih dijelova. Suha tvar u plodu treba biti veća od 5,5%, koncentracija ukupne kiseline treba biti 0,4-0,6%, a koncentracija soli 0,3-0,5%. Nakon berbe posebno je važan brzi transport rajčice u pogon za preradu. Prerodom rajčice mogu se proizvesti proizvodi s dugim rokom trajanja, čime se zadovoljava potražnja potrošača (Ayari i sur., 2015.; Matotan, 2008.; Beecher 1998.).

Rajčice namijenjene industrijskoj preradi isporučuju se u tvornicu (Slika 12.) u plastičnim gajbama nosivosti do 30 kg ili u paletnim gajbama nosivosti oko 650 kg, a može se isporučiti i na prikolici. Nakon prihvata u pogon za preradu, rajčica se prenosi u bazene ispunjene vodom. Oštećeni plodovi ostaju na dnu bazena, nakon temeljnog pranja plodovi prolaze kroz kontrolnu traku, gdje se izdvajaju oni koji ne zadovoljavaju uvjete kvalitete. Samo kvalitativni, crveni i zdravi plodovi odlaze u daljnji postupak prerade (Matotan, 2008.).



Slika 12. Prihvat rajčice u pogon za preradu

Izvor: Web 12.

2.2.1. Proizvodi od rajčice

Proizvodi koji se dobivaju prerodom rajčice imaju veliki prehrambeni i gospodarski značaj. Vrlo su važni za mnoge zemlje, ponajviše Italiju, gdje se cijela prerađivačka industrija temelji na izvozu prerađenih proizvoda od rajčice. Najčešće prerađevine od rajčice su:

koncentrati, kečap, pasirana rajčica, guljene rajčice ili pelati, sok od rajčice i dehidrirani proizvodi. Također, na tržištu raznih zemalja mogu se pronaći još neki proizvodi koji su modifikacija prethodnih (sjeckana rajčica, fileti i sl.) (Thakur i sur., 1996.; Matotan, 1994.).

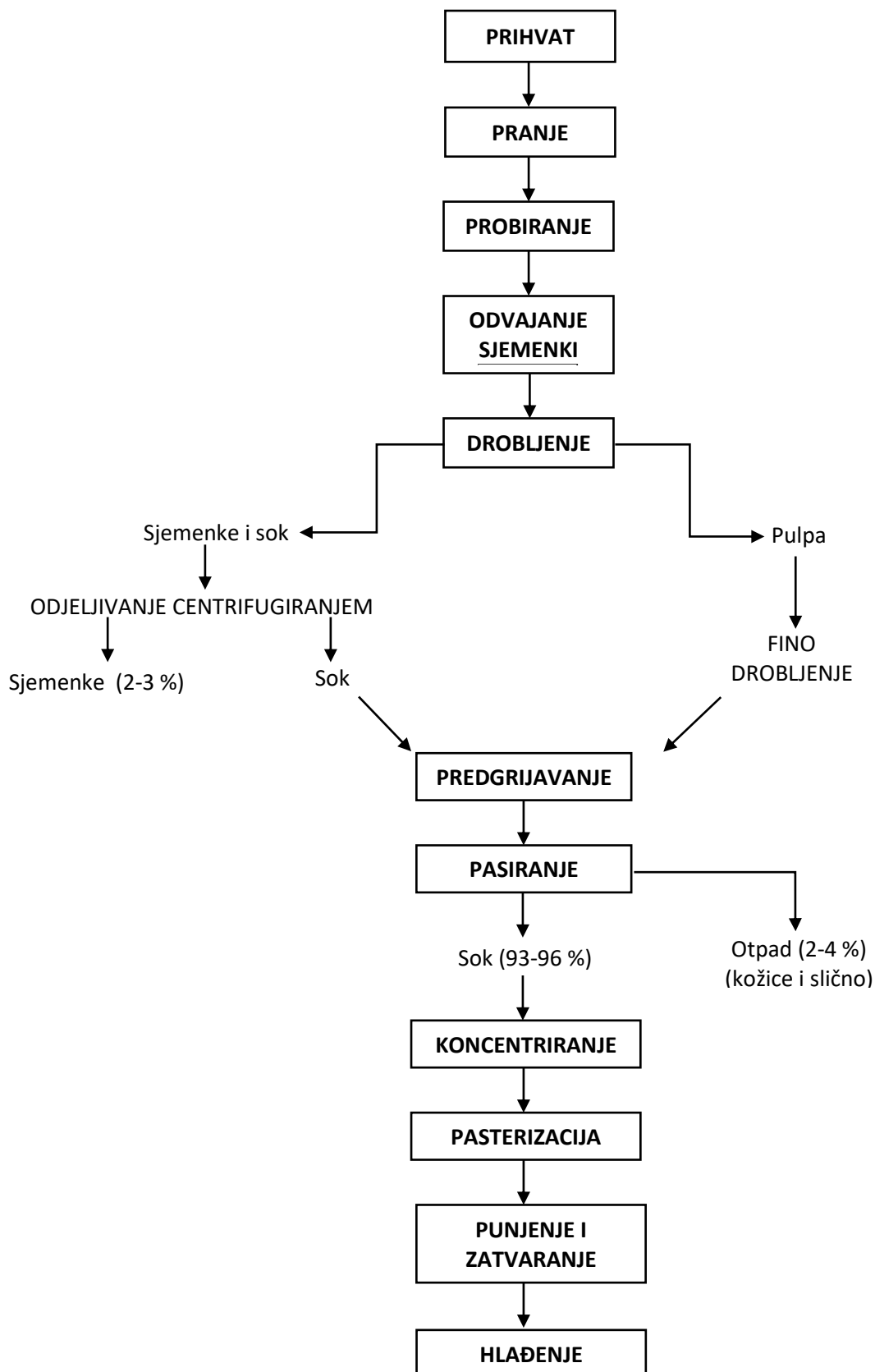
2.2.2.1. Koncentrat rajčice

Koncentrat rajčice glavni je i najvažniji proizvod industrije za preradu rajčice. To je zapravo proizvod koji nastaje uparivanjem soka koji se dobije nakon pasiranja plodova, tj. njihovom toplinskom obradom. Koncentrati se najčešće razvrstavaju prema udjelu suhe tvari: rijetki sok (nema propisan udio suhe tvari), jednostruki koncentrat (14-16 %), dvostruki koncentrat (28-30 %), trostruki koncentrat (36 %) i šesterostruki koncentrat (55 %) (Uysal-Pala i Bilisli, 2006.; Lovrić i Piližota, 1994.).

Važno je naglasiti kako se najčešće koristi dvostruki koncentrat kojem udio suhe tvari ne smije biti manji od 28%. U procesu prerade dodaje se 2-3% soli koja se ne računa u suhu tvar. Punjenje koncentrata odvija se postupkom zagrijavanja na 80—85° C te izravnim punjenjem i zatvaranjem u ambalažu. Nakon punjenja i zatvaranja u tube ili limenke ne provodi se sterilizacija zbog dužine trajanja i kvarenja kvalitete koncentrata (Slika 13.). Tehnološki proces proizvodnje koncentrata (Slika 14.) uvijek je isti osim kod proizvodnje šesterostrukog koncentrata (Marsić i Mikulić, 1948.).



Slika 13. Dvostruki koncentrat
Izvor: Web 13.



Slika 14. Prikaz tradicionalnog hladnog postupka proizvodnje koncentrata rajčice
Izvor: Lovrić i Piližota, 1994.

2.2.2.2. Pelati

Po važnosti prerađevina od rajčice, pelati se mogu mjeriti s koncentratom. To su zapravo guljene rajčice koje se nalaze u vlastitom soku ili naljevu. Vrlo je važno pronaći odgovarajuće sorte rajčice jer ona ima bitnu ulogu za proizvodnju pelata visoke kvalitete. Koriste se samo posebne sorte čvrste konzistencije i srednje veličine. Velika se važnost pridodaje fizičkim svojstvima plodova kao što su tekstura i što veća masa, što manja veličina, oblik, ujednačena boja te što manja količina sjemena (Lovrić i Piližota, 1994.).

Upotrebljavaju se samo svježi, potpuno zdravi, optimalno zreli plodovi. Proces prerade mora biti vrlo brz, ne smije proći više od 5 minuta od trenutka uparavanja do zatvaranja ambalaže. Pelati se najčešće pakiraju u staklenu ambalažu ili limenke (Slika 15.) (Lovrić i Piližota, 1994.). Prikaz tehnološkog procesa izrade pelata vidljiv je na Slici 16.



Slika 15. Pelat
Izvor: Web 14.



Slika 16. Prikaz tehnološkog procesa izrade pelata

Izvor: Marsić i Mikulić, 1948.

2.2.2.3. Kečap

Kečap (ketchup) je najčešći i najpoznatiji umak koji se dobiva preradom rajčice. Može se dobiti iz jednostrukog, razrijeđenog dvostrukog ili trostrukog koncentrata rajčice uz dodatak ostalih sastojaka (Tablica 7.). Suha tvar u gotovom proizvodu najčešće iznosi 25-35% (Lovrić i Piližota, 1994.).

Tablica 7. Primjer recepture za proizvodnju kečapa

Sastojak	A kg (1)	B kg (1)	C kg (1)
Koncentrat rajčice	Dvostruki 53,3	Dvostruki 55,0	Jednostruki 63,0
Šećer	10,0	5,5	15,0
Škrobni sirup	2,0	6,7	5,3
Ocat (vinski ili voćni)	10,0	12,6	9,5
Kuhinjska sol	1,2	1,1	2,3
Limunska kiselina	0,3	0,2	-
Crveni usitnjeni luk	-	-	2,3
Bijeli papar	+	+	+
Cimet	+	+	+
Karanfil	-	-	+
Muškatni orah	+	+	-
Korijander	+	+	-
Češnjak	-	-	+
Paprika (ljuta i slatka)	+	+	+
Voda	(do 100 kg)	(do 100 kg)	-
Suha tvar (refrakt.)	30%	29%	33%

Izvor: Lovrić i Piližota, 1994.

Mirodije se najčešće ekstrahiraju u octu. Sol i šećer dodaju se u pire rajčice ili ocat. Isto tako, u određenoj fazi prerade potrebno je propasirati masu sitom s otvorima (0,4 mm). Do željenog postotka suhe tvari masu je potrebno ugustiti kuhanjem (u vakuumu ili otvorenim kotlovima). Radi osiguranja mikrobiološke aktivnosti kečap se podvrgava pasterizaciji, nakon koje se boce odmah zatvaraju dok je proizvod još vruć, a boce se prije zatvaranja najčešće vakumiraju (Slika 17.) (Marsić i Mikulić, 1948.).



Slika 17. Kečap

Izvor: Web 15.

2.2.2.4. Pasirana rajčica

Pasirana rajčica je temelj za proizvodnju koncentrata, soka, kečapa te drugih proizvoda od rajčice. Pasirana rajčica poznatija je pod drugim nazivom koji dolazi od talijanske riječi *passata*. Pasirana rajčica se dobiva laganim kuhanjem rajčice, a zatim se pasira kako bi se dobila u tekućoj formi dok se pasta i umaci od rajčice kuhaju duže od tradicionalne pasirane rajčice (Lovrić i Piližota, 1994.).

Postupak proizvodnje temelji se na odvajanju sjemenki, kožice te grubih dijelova tkiva. Nakon odvajanja, plodovi rajčice se pasiraju. Nakon pasiranja zagrijavaju se na temperaturi od oko 90 °C , a pomoću centrifugalne sile dodatno se uklanjaju sjemenke i dijelovi kožice. Važno je naglasiti kako se pasirana rajčica pakira nakon zagrijavanja na oko 92 °C kako bi se osigurala mikrobiološka stabilnost. Puni se u staklenu ambalažu ili tetrapak. Slika 18. prikazuje pasiranu rajčicu (Passata) (Barringer, 2004.; Lovrić i Piližota, 1994.).



Slika 18. Pasirana rajčica (Passata)

Izvor: Web 16

2.2.2.5. Sjeckana rajčica i bio sjeckana rajčica

Unatoč opsežnom tržištu proizvoda od rajčice u mnogim zemljama, ovaj je proizvod prilično zanemaren u tehničkoj i znanstvenoj literaturi. Sjeckana rajčica je zapravo modifikacija ostalih proizvoda od rajčice kao što su pelati. Proizvodi se sličnim postupkom kao i pelati, a proces proizvodnje razlikuje se u usitnjavanju rajčice na sitne komadiće. Za proizvodnju sjeckane rajčice vrlo je važno obratiti pozornost na razvrstavanje plodova, samo crveni, optimalno zreli plodovi prerađuju se u konačan proizvod. Konačan se proizvod sastoji od rajčica sjeckanih na kockice s oko 30% soka od rajčice kao sredstva za pakiranje. Rajčice mogu biti oguljene, ali moraju se ukloniti peteljke i očistiti jezgra. Sredstvo za pakiranje može biti: tekućina koja se cijedi iz rajčica tijekom ili nakon guljenja, tekućina ocijeđena od ostatka

pripreme rajčica za konzerviranje, tekućina procijeđena iz zrelih rajčica (sok od rajčice), pasta od rajčice ili pire od rajčice (Barrett, 2015.; Barrett i sur, 2004.).

Na tržištu postoje mnoge varijacije ovog proizvoda. Porretta i sur. (1993.) navode da je sjeckana rajčica prilično zanemaren proizvod u tehničkoj i znanstvenoj literaturi. Često se za proizvodnju prerađevina od rajčice koriste rajčice iz ekološkog uzgoja. Postoje velike razlike između konvencionalne poljoprivrede u kojoj se uzgaja većina sorata za proizvodnju sjeckane rajčice te ekološke poljoprivrede. Razlikuju se u pristupu, mjerama i sredstvima koje se koriste pri kontroli bolesti, štetnika i korova. U konvencionalnoj poljoprivredi povećana je upotreba pesticida i sredstva za zaštitu bilja, dok se u ekološkoj ne koriste različita kemijska sredstva i naglasak se daje preventivnim mjerama koje se postižu plodoredom i higijenom tla, gnojidbom, uzgojem rezistentnih sorti i upotrebom bioloških sredstava za zaštitu (Znaor, 1996.). Slika 19. prikazuje sjeckanu rajčicu i bio sjeckanu rajčicu, koje mogu biti pakirane u limenci ili u tetrapaku.



Slika 19. Sjeckana i bio sjeckana rajčica
Izvor: Web 17.

2.3. Kalij

Kalij je alkalni metal vrlo rasprostranjen u prirodi te zajedno s kalcijem, magnezijem i natrijem ima vrlo bitnu ulogu na relaciji tlo-biljka. Važan je u fotosintezi, metabolizmu dušika, skladištenju rezervnih tvari, transportu asimilata floemom, a utječe na sposobnost adaptacije biljaka na nepovoljne klimatske uvjete i njezinu otpornost na patogene (Čoga i Slunjski, 2018.; Vukadinović, 2011.).

2.3.1. Kalij u tlu

Kalij se u tlu može nalaziti u tri oblika: potpuno pristupačan, relativno nepristupačan te slabo pristupačan. Nepristupačan kalij dio je kristalne rešetke primarnih i sekundarnih minerala te ugrađen u međulamelarne prostore. Slabo pristupačni usvajaju biljke raspadanjem primarnih minerala npr. ilita te dolazi do njegovog vezanja na adsorpcijski kompleks tla. Potpuno pristupačan kalij može biti vezan na adsorpcijski kompleks ili se nalazi u otopini tla, a predstavlja kombinaciju vodotopivog i zamjenjivog kalija. Kalij je dio mineralnog sastava matičnih stijena iz kojih se razvija tlo različitim pedogenetskim procesima. Količina ukupnog kalija i njegovih oblika koji se nalaze u tlu ovisi o mineralnom sastavu matične stijene i teksturi tla. Biljkama je dostupan samo mali dio ukupnog kalija koji je prisutan u tlu, ovisno o obliku u kojem se pojavljuje (Čoga i Slunjski, 2018.; Butorac 1999.).

Najveći sadržaj kalija imaju tla nastala iz gnajsa, granita i dijabaza, dok najmanji sadržaj imaju tla nastala na pješčenjacima. Minerali bogati kalijem su leucit (oko 17% K), feldspat (oko 14% K), muskovit (oko 8% K) te biotit (oko 6% K). Isto tako, pristupačnost kalija ovisi o njegovom obliku u tlu. Količina ukupnog kalija u tlima može biti vrlo visoka (0,2-3%). Neka tla mogu sadržavati do 7% ukupnog kalija, ovisno o tipu tla (Čoga i Slunjski, 2018.).

Najviše kalija sadrže glinovita tla teške strukture i teksture za razliku od pjeskovitih tala lakšeg mehaničkog sastav gdje su njegove količine vrlo male. Do imobilizacije kalija najčešće dolazi pri melioracijskoj gnojidbi, ovisno o tipu tla. Snaga fiksacije kalija postupno se povećava od teksturno lakših do teških glinovitih tala. Ispiranje kalija iz tla zbog imobilizacije i defiksacije vrlo je malo, osim u teksturno lakšim pjeskovitim tlima s vrlo slabom adsorpcijskom sposobnošću. U humidnim klimatskim uvjetima značajni gubici kalija posljedica su njegova ispiranja (Čoga i Slunjski, 2018.; Vukadinović, 2011.).

Količina kalija najviše ovisi o količini gline. U kristalnoj mreži primarnih i sekundarnih minerala (gnajs, granit, Si-K feldspat) fiksirano je oko 80 % kalija. Raspadanjem primarnih minerala dolazi do oslobađanja kalija koji se velikim dijelom veže na adsorpcijski kompleks tla (Vukadinović, 2011.). Na raspoloživost kalija utječu procesi sorpcije i desorpcije te vrlo važnu ulogu imaju i ostali kationi. Velike količine kalija u tlu mnogu dovesti do antagonizma i istiskivanja kationa, posebice Ca^{2+} i Mg^{2+} . Otopina tla sadrži manje koncentracije kalija od kalcija i magnezija. Te količine nisu dovoljne za normalan razvoj biljaka, stoga veliki utjecaj na biljnu ishranu ima njegovo pritjecanje iz zamjenjivog i nezamjenjivog oblika (Čoga i Slunjski, 2018.).

2.3.2. Kalij u biljci

U dijelovima biljaka gdje je rast i razvoj vrlo intenzivan (kambij, meristem, lišće, korijen) nalazi se najveća koncentracija kalija. Biljka ga može usvojiti tek nakon raspadanja minerala, a većina potječe od zamjenjivog i topivog kalija. Biljke olakšanom difuzijom primaju kalij brže od kalcija i magnezija unatoč njegovoj manjoj koncentraciji u otopini tla. Također, u biljku ulazi aktivnim putem, protiv elektrokemijskog gradijenta te dolazi do brzog premještanja floemom (Čoga i Slunjski, 2018.; Vukadinović, 2011.).

Biljke trebaju velike količine kalija, vrlo je dominantan ion čija je fiziološka uloga raznolika. Također, tijekom procesa rasta i razvoja apsorbiraju te iznose veliku količinu kalija (Vukadinović, 2011.).

Kalij je neophodan element za biljnu ishranu. Postoje dvije glavne fiziološke uloge kalija: aktivacija enzima te regulacija permeabilnosti živih membrana. Biljke ga ne ugrađuju u organske spojeve, već ima ulogu aktivatora rada za oko 60 enzima (promjenom pH, ionske koncentracije, temperature te prisutnosti ili odsutnosti inhibitora). Nadalje, vrlo važnu ulogu ima u sintezi proteina, šećera, celuloze te masti (Vukadinović, 2011.).

Kalij u biljkama regulira gospodarenje vodom, održavanje turgora te utječe na otvaranje i zatvaranje puči, što je povezano s njegovim osmoregulacijskim djelovanjem. Tijekom dana ulazi u stanice zapornice, dolazi do povećanja koncentracije i otvaranja puči. Velike količine vode koje biljke usvajaju gube se evapotranspiracijom kroz puči, stoga je vrlo važno da budu otvorene zbog asimilacije ugljikovog dioksida (CO_2). Zatvaranjem puči regulira se gubitak vode, a u njemu sudjeluje abcisinska kiselina (ABA) koja je zadužena za signalizaciju

zatvaranja uslijed nedostatka vode. Ioni kalija, klora te malat ulaze u stanice zapornice, uzrokuju otvaranje puči te imaju suprotan učinak od abcisinske kiseline (Vukadinović, 2011.; Butorac, 1999.).

Kalij je potreban je za stvaranje adenozin-trifosfata (ATP), djeluje na fiziološku aktivnost ribosoma te pozitivno djeluje na proces fotosinteze. Isto tako, poboljšava kvalitetu prinosa te utječe na otpornost biljaka na bolesti i sušu (Butorac, 1999.). Ukoliko je biljka dobro opskrbljena kalijem povećava se prinos te njegova kvaliteta uslijed povećanja neto asimilacije te ubrzane sinteze rezervnih tvari, poput proteina, lipida, saharoze te škroba (Vukadinović, 2011.).

2.3.3. Nedostatak i suvišak kalija

Nedostatak kalija često se javlja na teškim tlima s puno gline te na lakim pjeskovitim tlima, a redovita agrotehnička mjera protiv njegovog nedostatka je gnojidba. Pri nedostatku kalija biljkama je usporen rast i razvitak te dolazi do njegovog premještanja iz starijih u mlađe, aktivne dijelove biljaka. Simptomi nedostatka prvo se javljaju na mladom lišću na kojem se kloroza rijetko pojavljuje, a boja se ne mijenja ili je tamnija zbog sporog rasta i razvoja. Na starom lišću se javlja rubna kloroza od vrha prema peteljki, dolazi do savijanja listova prema dolje te u konačnici pojave nekroze (Slika 20.). Kod rajčice nedostatak kalija može negativno utjecati na čvrstoću plodova (Vukadinović, 2011.).

Suvišak kalija javlja se vrlo rijetko. Zastupljenost kalija u prevelikoj količini može se pojaviti na zaslanjenim tlima i kod višekratne gnojidbe u staklenicima, plastenicima i vrtovima. Također, suvišak može imati negativan utjecaj na primanje nekih iona poput Ca^{2+} , Mg^{2+} te NH_4^+ (Parađiković, 2009.).



Slika 20. Simptomi nedostatka kalija

Izvor: Petek, 2016.

2.3.4. Kalij u ljudskom organizmu

Kalij je vrlo važan element u ljudskoj ishrani. Njegov manjak najčešće je posljedica prekomjernog izlučivanja prilikom sportskih aktivnosti ili teškog fizičkog rada. Isto tako, ima bitnu ulogu za rad mišića, a kao posljedice njegova nedostatka mogu se javiti grčevi u mišićima, slabljenje srca te slaba aktivnost u crijevima. Namirnice poput mrkve, banane, rajčice, gljiva, sojinog brašna, pšeničnih klica te marelica bogate su kalijem. Prekomjerna konzumacija namirnica bogatih kalijem i njegovo unošenje u organizam može naštetiti bubrezima koji su regulator njegovog sadržaja. Dnevne potrebe odraslog čovjeka za kalijem su oko 3,5 g, a neškodljive su količine do 5 g na dan (Vukadinović, 2011.).

2.4. Željezo

Željezo je važan biogeni element koji se u tlu i biljkama nalazi kao dvovalentan ili trovalentan kation te u određenim spojevima. Isto tako, željezo je mikroelement, koji ima bitnu ulogu za mnoge fiziološke funkcije biljnog i ljudskog organizma, a može se svrstati i u teške metale. U Zemljinoj kori se nalazi u velikim količinama i jedan je od najzastupljenijih elemenata. Sposoban je za izgradnju kompleksnih spojeva te lako može promijeniti valentno stanje (Vukadinović, 2011.; Butorac, 1999.).

2.4.1. Željezo u tlu

Željezo se u tlu pojavljuje u različitim topivim oblicima kao što su: Fe^{2+} , Fe^{3+} , $\text{Fe}(\text{OH})^{2+}$. Fizička svojstva tla zajedno s oksidacijsko-redukcijskim procesima i pH reakcijom tla, ključni su čimbenici koji utječu na topivost i dostupnost željeza. U karbonatnim i alkalnim tlima tj. porastom pH vrijednosti, biljkama se smanjuje njegova pristupačnost. U kiselim tlima, pri nižim pH vrijednostima željezo je pristupačnije biljkama. Željezo se u alkalnim sredinama nalazi u teško topivim oksidima (Čoga i sur., 2010.).

U kiselom tlu i redukcijskim uvjetima uglavnom je prisutan fero oblik željeza (Fe^{2+}), dok je feri oblik željeza (Fe^{3+}) zastupljeniji u tlu koje je bogato kisikom i ima višu pH vrijednost. Fero oblik željeza pristupačniji je biljkama od feri oblika koji je uglavnom netopiv. Na adsorpcijskom kompleksu tla, željezo se veže u zamjenjivom obliku kao Fe^{2+} , a Fe^{3+} oblik je vrlo čvrsto vezan. Nedostatak željeza u Republici Hrvatskoj najčešće se javlja na jako humusnim i karbonatnim tlima. Osim na karbonatnim tlima, njegov se nedostatak može javiti i na kiselim tlima, zbog antagonizma s manganom. U velikim koncentracijama može biti i toksično. Onečišćenje tla željezom može se javiti zbog željeznog otpada, hrđe, pigmentima i tehnološkim procesom taljenja te prilikom sagorijevanja ugljena (Čoga i sur., 2010.; Butorac, 1999.).

2.4.2. Željezo u biljci

Željezo je četvrti najzastupljeniji element u zemljinoj kori, međutim biljkama nije lako dostupno. Biljke strogo kontroliraju unos željeza kako bi osigurale dovoljne količine za optimalan rast, a istovremeno sprječavaju njegovo prekomjerno nakupljanje. Kao odgovor na nedostatak, biljke induciraju mehanizme koji se temelje na redukciji ili keliranju kako bi se povećala apsorpcija željeza iz tla (Vukadinović, 2011.; Butorac, 1999.). Željezo ima bitnu ulogu za biljnu ishranu, a najveće količine nalaze se u korijenu i lišću.

Potrebno je za razne stanične procese i utječe na disanje, fotosintezu, transport elektrona i kisika, redukciju nitrita i sulfata te asimilaciju dušika (N_2). Također, uključeno je u sintezu klorofila te neophodno za održavanje strukture i funkcije kloroplasta (Čoga i Slunjski, 2018.; Vukadinović, 2011.; Butorac, 1999.). Mengel i Kirkby (1987.) navode kako se samo oko 0,1% od ukupnog željeza u biljci nalazi u molekuli klorofila.

Ima važnu ulogu za rad različitih enzima: peroksidaze, katalaze te citokroma. Nedostatak željeza utječe na smanjenje broja fotosintetskih jedinica (PS I), smanjenje broja

molekula citokroma te opadanje koncentracije karotenoida (Vukadinović, 2011.; Butorac, 1999.).

Iako ga u mineralnim tlima ima u velikim količinama, Fe^{3+} oblik željeza nije pristupačan biljkama za razliku od Fe^{2+} oblika kojeg mogu usvajati. Diljem svijeta u biljkama se javlja problem niske dostupnosti željeza zbog visoke pH reakcije tla. Pri nedostatku željeza biljke istiskuju protone u rizosferu, smanjujući pH otopine tla i povećavajući topivost Fe^{3+} oblika. Nakon što uđe u simplast korijena, željezo se mora vezati u kelatne spojeve. Apsorbirano željezo transportira se preko ksilema u staro lišće. Pretpostavlja se da se translocira preko floema sa starog lišća u mlado lišće te vrhove izdanaka. Transport u ksilemu je pasivan, dok je onaj u floemu aktivan i zahtijeva specifičan transportni sustav. Njegova je pokretljivost loša jer je 80-90% željeza u biljkama čvrsto vezano. Prilikom usvajanja željeza može doći do kompeticije s drugim elementima poput: $Cu > Ni > Co > Zn > Cr > Mn$ (Kobayashi i sur., 2019.).

2.4.3. Nedostatak i suvišak željeza

Nedostatak željeza na biljci javlja se najčešće na mlađem lišću u obliku međužilne kloroze (Slika 21.), a jače je izražen na nekim karbonatnim tlima. Do pojave međužilne kloroze dolazi uslijed promjene omjera željeza i fosfora, a najčešće je posljedica prelaska željeza u oblik nepristupačan biljci (inaktivacijom). Posljedice kloroze su promjena boje lišća u žuto-zelenu i svijetlo žutu, dok u kasnijem stadiju poprima nijanse žute i bijele boje. Nedostatkom željeza dolazi do pojave rubne nekroze te opadanja lišća. Deficit željeza utječe i na proces fotosinteze zbog smanjenja broja fotosintetskih jedinica (PS I) te molekula citokroma, a dolazi i do smanjenja koncentracije karotenoida. Najčešće se javlja u agrumima, breskvi, vinovoj lozi, soji, grahu, kukuruzu, jagodičastom voću, krumpiru te kruški. Na kiselim i tresetnim tlima, simptomi nedostatka željeza mogu se otkloniti i primjenom različitih agrotehničkih mjera npr. kalcizacijom.

U slučaju uzgoja na tlima nepovoljne pH vrijednosti, mogu se koristiti kelati sa željezom (kelati) koji sadrže 6-12 % željeza. Najučinkovitija je folijarna primjena, a mogu se i unositi u tlo. Postoje tri vrste kelata FeEDDHA za tla s visokim pH, FeEDTA za tla s niskim pH i Fe-DTPA za tla povišene pH vrijednosti. Fe-DTPA koriste se na tlima gdje je pH vrijednost visoka, ali ne toliko visoka da bi se koristili skuplji FeEDDHA kelati (Čoga i Slunjski, 2018.; Vukadinović, 2011.; Butorac, 1999.).

Suvišak željeza rijetka je pojava, no može se dogoditi u slabo prozračenim, kiselim tlima te kod uzgoja riže (bronzing efekt). Toksično djelovanje utječe na smanjenje rasta vegetacijskih dijelova, tamnom, plavozelenom lišću i promjeni boje korijena (Lešić i sur., 2016.).



Slika 21. Simptomi nedostatka željeza
Izvor: (Petek, 2016.)

2.4.4. Željezo u ljudskom organizmu

Nedostatak željeza u ljudskom organizmu česta je pojava. Najčešće se javlja kod sportaša, žena tijekom mjesečnog ciklusa, trudnica te djece zbog premale konzumacije voća i povrća. Kod ljudi starije životne dobi zbog slabe produkcije želučane kiseline dolazi do slabog iskorištenja željeza iz hrane. U organizmu ima ulogu vrlo važna konstituenta crvenih krvnih zrnaca te je sastavni dio hemoglobina kojem je osnovna funkcija prijenosa kisika od pluća prema tkivima. Posljedice njegovog nedostatka najčešće se vežu s pojavom učestalih migrena, dekoncentracije, slabe pokretljivosti i prokrvljenosti kože. Namirnice koje sadrže velike količine željeza su grah, crveno meso, orasi, proso te leća. Dnevne potrebe odraslog muškarca za unosom željeza iznose oko 10-15 mg, odrasle žene i djece u razvoju oko 20 mg, a trudnica oko 60 mg. Toksični učinak javlja se unosom više od 5 g željeza dnevno (Vukadinović, 2011.).

3. Materijali i metode

3.1. Uzorkovanje proizvoda od rajčice

Za potrebe ovog istraživanja provedeno je uzorkovanje 6 različitih proizvoda od rajčice (i) kečap, (ii) pelati, (iii) sjeckana rajčica, (iv) koncentrat rajčice, (v) pasirana rajčica i (vi) bio sjeckana rajčica. Uzorkovanje je provedeno u tri navrata (triplikatu) od 16.12.2022. do 16.2.2023. pri čemu se vodilo računa da se svaki put uzorkuje isti proizvod od istog proizvođača iz druge serije proizvodnje (šarže) (Tablica 8.).

Tablica 8. Datum uzorkovanja i prikaz šarži uzoraka proizvoda od rajčice

VRSTA PROIZVODA	LOT BROJ	DATUM UZORKOVANJA
SERIJA/UZORKOVANJE 1		
Kečap	12.04.2024. 18:37	16.12.2022.
Pelati	VTL1 U226 BBE:31/12/2024	16.12.2022.
Sjeckana rajčica	VTL1 E211 31.12.2023.	16.12.2022.
Koncentrat rajčica	19.06.2024. 19:56	16.12.2022.
Pasirana rajčica	04.07.2025. L21:38 42078	16.12.2022.
Bio sjeckana rajčica	L1521 31/05/2023 13:08	16.12.2022.
SERIJA/UZORKOVANJE 2		
Kečap	03.07.2024. 18:23	16.1.2023.
Pelati	VTL1 F231 BBE:31/12/2025	16.1.2023.
Sjeckana rajčica	VTL1 U239 BBE:31/12/2024	16.1.2023.
Koncentrat rajčica	17.07.2024. 16:38	16.1.2023.
Pasirana rajčica	18.10.2025. L11:31 15514	16.1.2023.
Bio sjeckana rajčica	VTL1 U210 BBE:30/06/2024	16.1.2023.
SERIJA/UZORKOVANJE 3		
Kečap	08.11.2024. 20:09	16.2.2023.
Pelati	VTL1 E218 31/12/2023	16.2.2023.
Sjeckana rajčica	VTL1 E208 BBE:31/12/2025	16.2.2023.
Koncentrat rajčica	15.12.2024.	16.2.2023.
Pasirana rajčica	14.11.2025. L21:02 15068	16.2.2023.
Bio sjeckana rajčica	VTL1 U210 PLP BBE:31/12/2024	16.2.2023.

3.2. Kemijska analiza

Uzorci proizvoda od rajčice dostavljeni su u Analitički laboratorij Zavoda za ishranu bilja Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Uzorci su homogenizirani, pripremljeni za sušenje i osušeni 105 °C. Nakon sušenja uzorci su samljeveni. Suha tvar određena je gravimetrijskom metodom sušenjem do konstantne mase. Suhi i samljeveni uzorci proizvoda od rajčice razgrađeni su koncentriranom dušičnom kiselinom (HNO₃) i perklornom kiselinom (HClO₄) u mikrovalnoj peći, nakon čega je kalij određen plamen fotometrijski, a željezo na atomskom apsorpcijskom spektrometru.

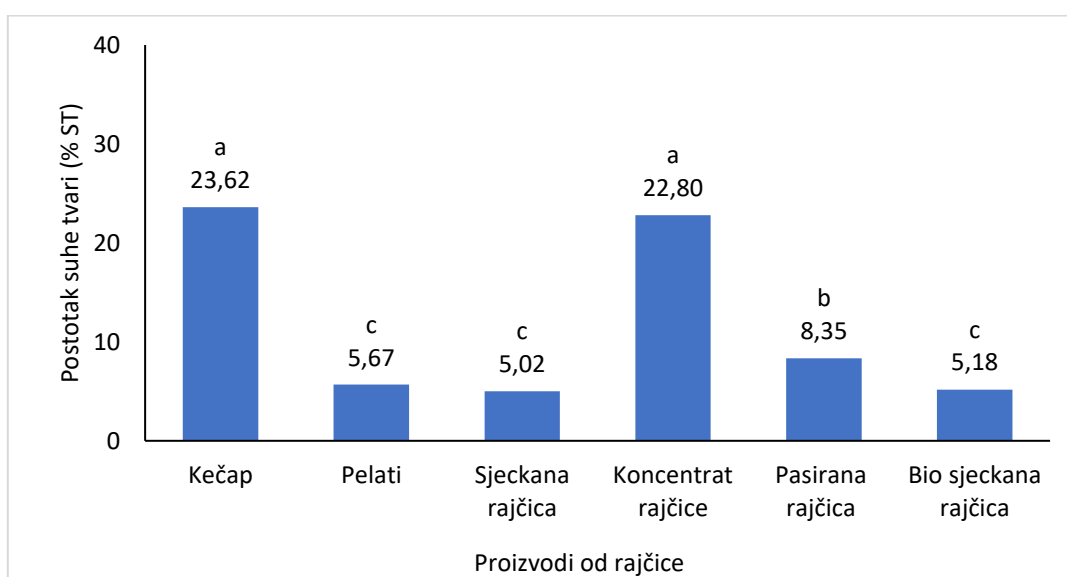
3.3. Obrada podataka

Statistička obrada podataka pratila je model analize varijance (ANOVA). Korišten je program SAS System for Win. ver 9.1 (SAS Institute Inc.), a za testiranje rezultata korišten je Tukeyev test signifikantnih pragova (SAS, 2002-2003).

4. Rezultati i rasprava

4.1. Količina suhe tvari u proizvodima od rajčice

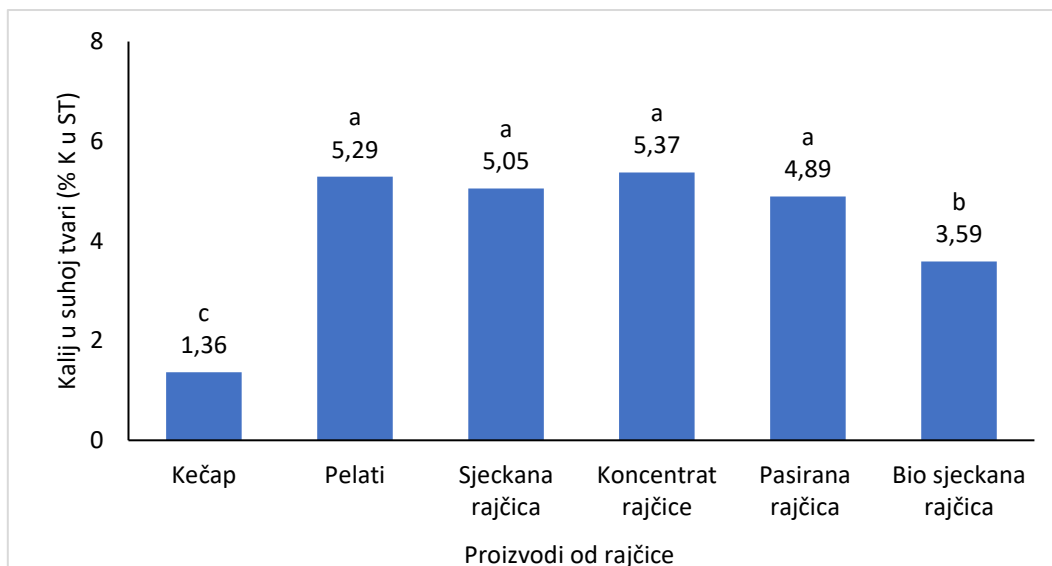
Graf 1. prikazuje količinu suhe tvari u proizvodima od rajčice (% ST). Suha tvar u analiziranim proizvodima utvrđena je u rasponu od 5,02 do 23,62 % ST. Statistički značajno najveći udjeli suhe tvari utvrđeni su u kečapu (23,62 % ST) te koncentratu rajčice (22,80 % ST). Statistički najmanji udjeli suhe tvari utvrđeni su u pelatima, sjeckanoj rajčici te bio sjeckanoj rajčici.



Graf 1. Količina suhe tvari u proizvodima od rajčice (% ST)
Različita slova predstavljaju značajno različite vrijednosti prema Tukeyevom testu, $p \leq 0,05$.
Vrijednosti kojima nije pridruženo slovo nisu značajno različite.

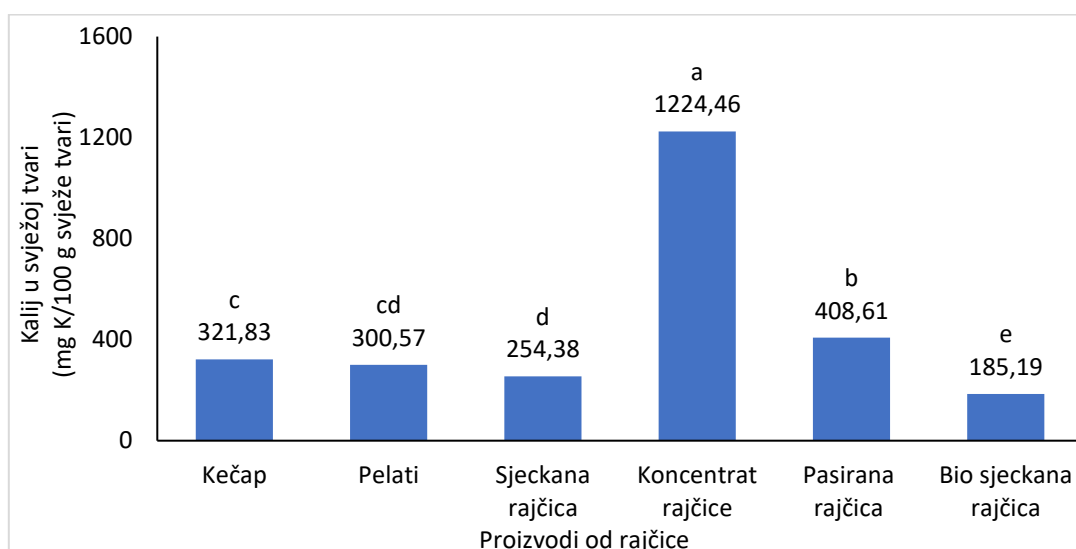
4.2. Kalij u proizvodima od rajčice

Graf 2. prikazuje udio kalija u proizvodima od rajčice na bazi suhe tvari (% K ST). Udio kalija na bazi suhe tvari u analiziranim proizvodima utvrđen je u rasponu od 1,36 do 5,37 % K ST. Statistički značajno najveći udjeli kalija u suhoj tvari utvrđeni su u koncentratu rajčice, pelatima, sjeckanoj te pasiranoj rajčici. Statistički najmanji udio kalija u suhoj tvari utvrđen je u kečapu.



Graf 2. Količina kalija u proizvodima od rajčice na bazi suhe tvari (% K u ST)
 Različita slova predstavljaju značajno različite vrijednosti prema Tukeyevom testu, $p \leq 0,05$.
 Vrijednosti kojima nije pridruženo slovo nisu značajno različite.

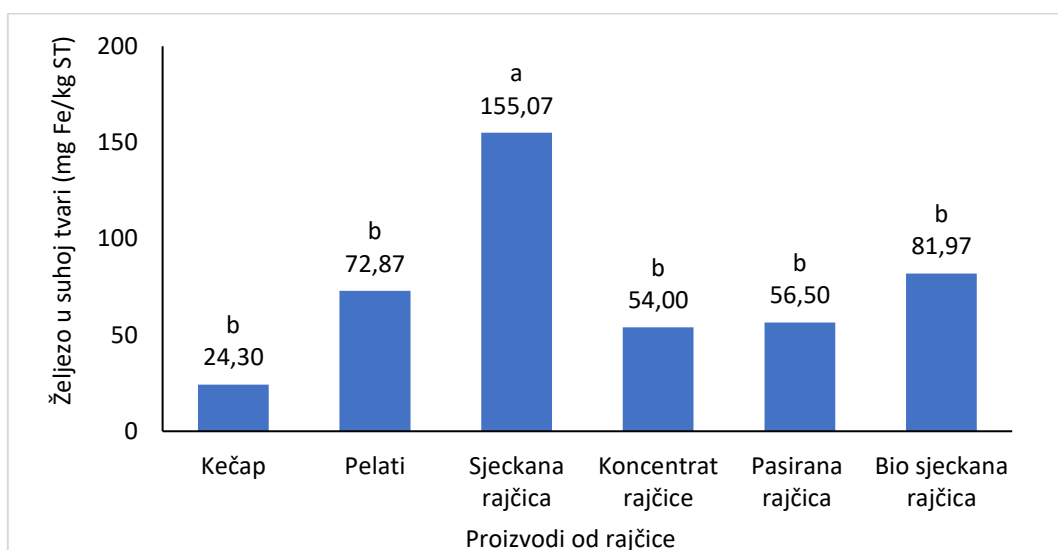
Graf 3. prikazuje količinu kalija u svježoj tvari u proizvodima od rajčice (mg K/100 g svježe tvari). Količina kalija u svježoj tvari u analiziranim proizvodima utvrđena je u rasponu od 185,19 do 1224,46 mg K/100 g svježe tvari. Statistički značajno najveća količina kalija u svježoj tvari utvrđena je u koncentratu rajčice. Statistički najmanja količina kalija u svježoj tvari utvrđena je u bio sjeckanoj rajčici.



Graf 3. Količina kalija u svježoj tvari u proizvodima od rajčice (mg K/100 g svježe tvari)
 Različita slova predstavljaju značajno različite vrijednosti prema Tukeyevom testu, $p \leq 0,05$.
 Vrijednosti kojima nije pridruženo slovo nisu značajno različite.

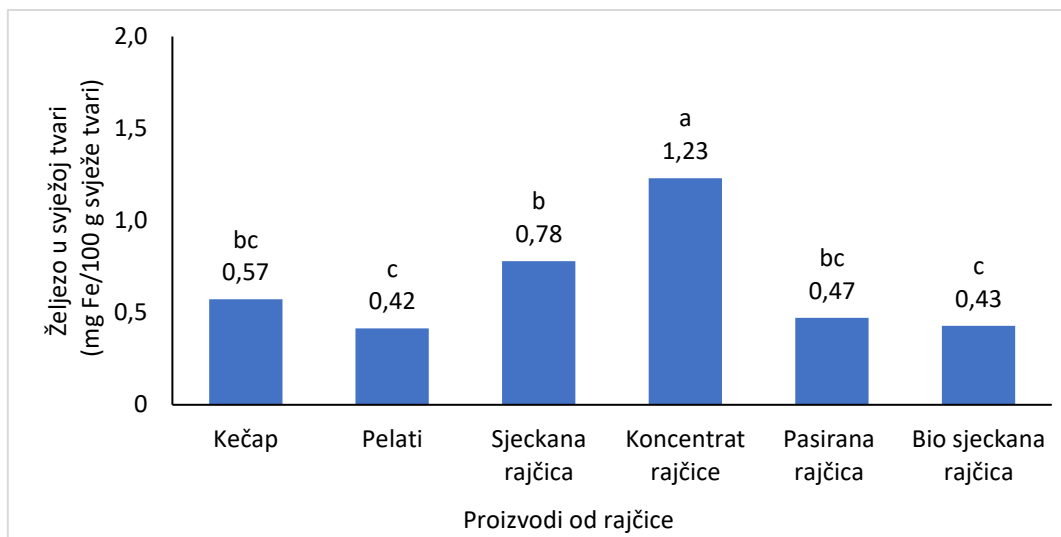
4.3. Željezo u proizvodima od rajčice

Graf 4. prikazuje količinu željeza u proizvodima od rajčice na bazi suhe tvari (mg Fe/kg ST). Količina željeza na bazi suhe tvari u analiziranim proizvodima utvrđena je u rasponu od 24,30 do 155,07 mg Fe/kg ST. Statistički značajno najveća količina željeza utvrđena je u sjeckanoj rajčici. Statistički najmanje količine željeza u suhoj tvari utvrđene su u bio sjeckanoj rajčici, pelatima, koncentratu rajčice te pasiranoj rajčici.



Graf 4. Količina željeza u proizvodima od rajčice na bazi suhe tvari (mg Fe/kg ST). Različita slova predstavljaju značajno različite vrijednosti prema Tukeyevom testu, $p \leq 0,05$. Vrijednosti kojima nije pridruženo slovo nisu značajno različite.

Graf 5. prikazuje količinu željeza u svježoj tvari u proizvodima od rajčice (mg Fe/100 g svježe tvari). Količina željeza u svježoj tvari u analiziranim proizvodima utvrđena je u rasponu od 0,42 do 1,23 mg Fe/100 g svježe tvari. Statistički značajno najveća količina željeza u svježoj tvari utvrđena je u koncentratu rajčice. Statistički najmanje količine željeza u svježoj tvari utvrđene su u kečapu, pečatima, pasiranoj rajčici, sjeckanoj te bio sjeckanoj rajčici.



Graf 5. Količina željeza u svježoj tvari u proizvodima od rajčice (mg Fe/100 g svježe tvari) Različita slova predstavljaju značajno različite vrijednosti prema Tukeyevom testu, $p \leq 0,05$. Vrijednosti kojima nije pridruženo slovo nisu značajno različite.

4.4. Rasprava

Rajčice se mogu konzumirati svježe ili se zbog kvarljivosti, mogu preraditi u različite proizvode: pelate, sok od rajčice, koncentrirani sok od rajčice, pire od rajčice ili pasiranu rajčicu (Bannwart i sur., 2008.).

Ayari i sur. (2015.) navode da se preradom hrane mogu proizvesti ukusni proizvodi s dugim rokom trajanja, čime se zadovoljava potražnja potrošača. Također, proces obrade hrane izaziva mnoge promjene sastava koje bi mogle biti privlačne s prehrambenog stajališta: poboljšana probavljivost ili eliminacija antinutritivnih spojeva. Proces obrade hrane može izazvati i neželjene promjene u sastavu: razgradnja vitamina te povećanje energije dodatkom masti ili šećera (Ayari i sur., 2015.).

Preradom hrane, odnosno termičkom obradom i konzerviranjem gubi se značajna količina kalija iz hrane. Prilikom pripreme proizvoda od rajčice dodaje se kuhinjska sol (NaCl), što može poremetiti odnos kalija i natrija kod ljudi. Prerađena hrana, kojoj je dodana kuhinjska sol, sadrži prosječni omjer kalija i natrija 7:1, za razliku od neprerađene. Bogata gnojidba kalijem rezultira većom količinom kalija u rajčici (Sontag i sur., 2018., prema Petek i sur., 2021.).

Petek i sur. (2021.) navode da se primjenom gnojidbe mogu poboljšati prehrambene kvalitete rajčice i prerađevina od rajčice.

Budak i sur. (2016.) navode da postoje visoko značajne razlike u sastavu svježe rajčice i proizvoda na bazi rajčice s obzirom na natrij, fosfor, kalcij, bakar, cink i molibden dok značajne razlike nisu utvrđene za magnezij, kalij, željezo i mangan. Isto tako, sadržaj mikroelemenata u namirnicama ovisi o karakteristikama tla, kao što su: sadržaj organske tvari, pH i mineralogija gline.

Budak i sur. (2016.) navode da su sok od rajčice i sjeckana rajčica po sadržaju minerala najslabiji svježoj rajčici te najbolji izbor za konzumaciju u ljudskoj prehrani u odnosu na druge proizvode od rajčice. U ovom istraživanju utvrđeno je da se u koncentratu rajčice nalazi veća količina kalija i željeza u odnosu na podatke koje navode Budak i sur. (2016.).

Porretta i sur. (1993.) navode da je unatoč opsežnom tržištu proizvoda od rajčice u mnogim zemljama, sjeckana rajčica prilično zanemaren proizvod u tehničkoj i znanstvenoj literaturi. Lovrić i Piližota (1994.) navode da bi dvostruki koncentrat rajčice u pravilu trebao sadržavati 28-38 % ST, dok bi suha tvar u kečapu u prosjeku trebala iznositi 25-35 % ST. U analiziranim uzorcima koncentrata rajčice (22,80 % ST) te kečapa (23,62 % ST) utvrđene su manje vrijednosti od podataka koje navode Lovrić i Piližota (1994.). Najmanji udio suhe tvari u analiziranim uzorcima utvrđen je u sjeckanoj rajčici (5,02 %). Proizvodnja kečapa sastoji se od pripreme koncentrata uobičajenim postupkom ili razrjeđivanjem koncentrata koji sadrži veće količine suhe tvari nakon čega se dodaju različite mirodije. S druge strane, u proizvodnji sjeckane rajčice konačan proizvod sastoji se od sitno sjeckanih rajčica s najmanje 30% soka. Rajčice se najčešće gule, uklanjaju se peteljke i čisti jezgra što može biti uzrok smanjenog udjela suhe tvari (Lovrić i Piližota, 1994.).

Tablica 9. prikazuje postotak suhe tvari u svježoj rajčici prema različitim autorima. Postotak suhe tvari u rajčici varira ovisno o sorti, svojstvima tla te posebice količini navodnjavanja i padalina tijekom faze rasta i berbe (Barringer, 2004.). Ovim je istraživanjem suha tvar u proizvodima od rajčice utvrđena u rasponu od 5,02 do 23,62 % ST. Najveći udio suhe tvari utvrđen je u kečapu, a najmanji u sjeckanoj rajčici. Vrijednosti suhe tvari u rajčici iz Tablice 9. znatno su niže od vrijednosti suhe tvari utvrđene u proizvodima od rajčice.

Tablica 9. Postotak suhe tvari u svježoj rajčici prema različitim autorima

Postotak suhe tvari (% ST)	Literaturni izvor
5,5-9,5	Barringer (2004.)
6,5	Matotan (1994.)
5-7	Lešić i sur. (2016.)
4-6	Matotan (2004.)
3-6	Parađiković (2009.)

U literaturi su dostupni podaci o udjelu suhe tvari u samo tri proizvoda od rajčice: pelatima, koncentratu te kečapu. Pelati prosječno sadrže 5,64% suhe tvari (Lončarić i sur., 2015., prema Petek i sur., 2021.). Petek i sur. (2021.) navode podatak da je u koncentratu rajčice utvrđeno 26,75% ST, a u kečapu 30,45% ST. U analiziranim proizvodima od rajčice utvrđena je sljedeća količina suhe tvari: pelati (5,67% ST), koncentrat (22,80% ST), kečap (23,62% ST). Usporedno s podacima koje navodi Lončarić (2015.), u pelatima analiziranim u ovom istraživanju utvrđen je veći udio suhe tvari. S druge strane, podaci za udio suhe tvari u koncentratu i kečapu koje navode Petek i sur. (2021.), veći su od podataka utvrđenih u ovom istraživanju.

Maher (1976.) navodi da je u plodovima rajčice utvrđeno 4,5 % K ST. Količina kalija u analiziranim proizvodima utvrđena je u rasponu od 1,36 do 5,37% K ST. Najveća količina kalija u suhoj tvari u ovom istraživanju utvrđena je u koncentratu rajčice (5,37% K ST). Utvrđena količina kalija u suhoj tvari u koncentratu veća je nego podaci koje navodi Maher (1976.) za plodove rajčice. Pretpostavka je da su najveće količine kalija u koncentratu rajčice u odnosu na ostale prerađevine posljedica visokog udjela suhe tvari u gotovom proizvodu. Koncentrati se razvrstavaju prema udjelu suhe tvari: rijetki sok (nema propisan udio suhe tvari), jednostruki koncentrat (14-16 %), dvostruki koncentrat (28-30 %), trostruki koncentrat (36 %) i šesterostruki koncentrat (55 %) (Lovrić i Piližota, 1994.). Koncentrat rajčice analiziran u ovom istraživanju pripada u kategoriju dvostrukog koncentrata. U pravilu bi trebao bi imati od 28 do 30% ST, a utvrđen je udio suhe tvari od 22,80% ST.

Količina kalija u svježoj tvari u analiziranim proizvodima utvrđena je u rasponu od 185,19 do 1224,46 mg K/100 g svježe tvari. Najveća količina kalija u svježoj tvari utvrđena je u koncentratu rajčice, a najmanja u bio sjeckanoj rajčici. Prema različitim autorima (Tablica 10.)

količina kalija u svježoj rajčici utvrđena je u rasponu 92-376 mg K/100 g svježe tvari. U koncentratu rajčice utvrđena je veća količina kalija u svježoj tvari u odnosu na podatke za svježju rajčicu koje navode različiti autori.

Tablica 10. Količina kalija u svježoj rajčici prema različitim autorima

mg K/100 g svježe tvari	Literaturni izvor
279	Breecher (1998.)
244	Sainju i sur. (2003.)
92-376	Lešić i sur. (2016.)

Ayari i sur. (2015.) navode da pasirana rajčica može sadržavati 249-332 mg K/100 g svježe tvari, koncentrat rajčice 890-1110 mg K/100 g svježe tvari, a kečap 243-334 mg K/100 g svježe tvari. U ovom Istraživanju utvrđeno je da pasirana rajčica sadrži 408,61 mg K/100g svježe tvari, koncentrat rajčice 1224,46 mg K/100g svježe tvari te kečap 321 mg K/100g svježe tvari. Utvrđeni podaci količine kalija u svježoj tvari u pasiranoj rajčici i koncentratu veći su od podataka koje navode Ayari i sur. (2015.), dok se podaci o količini kalija u kečapu ne razlikuju.

Vukadinović (2011.) navodi kako kalij ima bitnu ulogu u ljudskoj ishrani. Važan je za rad mišića, a kao posljedice njegova nedostatka mogu se javiti grčevi u mišićima, slabljenje srca te slaba aktivnost u crijevima. Dnevne potrebe odraslog čovjeka za kalijem su oko 3500 mg, a neškodljive su količine do 5000 mg na dan. Prema rezultatima ovog istraživanja, koncentrat rajčice sadrži najviše kalija (1224,46 mg K/100 g svježe tvari). Konzumacijom 100 g koncentrata rajčice može se podmiriti oko 35% dnevnih potreba za kalijem. Utvrđeno je kako pasirana rajčica nakon koncentrata sadrži najviše kalija u svježoj tvari (408,61 mg K/100 g svježe tvari). Konzumacijom 100 g pasirane rajčice može se podmiriti svega 12 % dnevnih potreba za kalijem. Lovrić i Piližota (1994.) navode kako se proizvodi od rajčice najčešće se koriste kao dodatak u određena jela te se ne konzumiraju kao samostalan obrok. Obzirom da se konzumacijom proizvoda od rajčice analiziranih u ovom istraživanju može zadovoljiti najviše 35% dnevnih potreba za kalijem, potrebno je u dnevni obrok uvrstiti ostale proizvode koji su bogatiji kalijem, primjerice banane, špinat, mlijeko te mliječni proizvodi, itd.

Količina željeza na bazi suhe tvari u analiziranim proizvodima utvrđena je u rasponu od 24,30 do 155,07 mg Fe/g ST. Najveća količina željeza na bazi suhe tvari utvrđena je u sjeckanoj

rajčici, a najmanja u kečapu. Sjeckana rajčica i bio sjeckana rajčica proizvode se sličnim postupkom kao i pelati, a proces proizvodnje razlikuje se u usitnjavanju rajčice na sitne komadiće. Proces se temelji na uparavanju sirovine koju nije potrebno dugo termički obrađivati za razliku od ostalih prerađevina od rajčice (Lovrić i Piližota, 1994.).

Količina željeza u svježoj tvari u analiziranim proizvodima utvrđena je u rasponu od 0,42 do 1,23 mg Fe/100 g svježe tvari. Najveća količina željeza u svježoj tvari utvrđena je u koncentratu rajčice, a najmanja u pelatima. Pretpostavka je da su veće količine željeza u koncentratu u odnosu na ostale prerađevine posljedica visokog udjela suhe tvari u gotovom proizvodu. U Tablici 11. prikazana je količina željeza u svježoj rajčici prema različitim autorima.

Prema različitim autorima (Tablica 11.) količina željeza u svježoj rajčici utvrđena je u rasponu 0,33-1,2 mg Fe/100 g svježe tvari. Vrijednosti količine željeza u svježoj tvari utvrđene ovim istraživanjem poklapaju se s vrijednostima drugih autora. Barringer (2004.) navodi da se u 100 g soka od rajčice nalazi se najmanje 1,0 mg željeza.

Tablica 11. Količina željeza u svježoj rajčici prema različitim autorima

mg Fe/100 g svježe tvari	Literaturni izvor
0,33	Matotan (1994.)
0,5	Sainju i sur. (2003.)
0,4-1,2	Lešić i sur. (2016.)

Kabore i sur. (2022.) navode da su željezo i jod vrlo važni minerali za normalno funkcioniranje ljudskog metabolizma. Vukadinović (2011.) navodi da je željezo u ljudskom organizmu sastavni dio crvenih krvnih zrnaca i hemoglobina čija je funkcija prijenos kisika od pluća prema tkivima. Nedostatak željeza uzrokuje migrene, dekoncentraciju, slabu pokretljivost i prokrvljenost kože. Dnevne potrebe odraslog muškarca za unosom željeza iznose oko 10-15 mg, odraslih žena i djece u razvoju oko 20 mg, a kod trudnica oko 60 mg. Toksični učinak javlja se unosom više od 5 g željeza dnevno. Prema rezultatima ovog istraživanja u koncentratu rajčice utvrđena je najveća količina željeza u svježoj tvari (1, 23 mg Fe/100 g svježe tvari). Konzumacijom 100 g koncentrata rajčice može se podmiriti samo oko 6% dnevnih potreba za kalijem. Obzirom da se konzumacijom proizvoda od rajčice analiziranih u ovom istraživanju može podmiriti najviše 6% dnevnih potreba za željezom, u dnevni obrok potrebno

je uvrstiti ostale namirnice koje su bogatije željezom primjerice grah, crveno meso, orasi, proso te leća.

5. Zaključak

Istraživanjem su utvrđene količine kalija i željeza u 6 proizvoda od rajčice različitih serija proizvodnje: kečap, pelati, sjeckana rajčica, koncentrat rajčice, pasirana rajčica i bio sjeckana rajčica.

Suha tvar u analiziranim proizvodima rajčice utvrđena je u rasponu od 5,02 do 23,62 % ST. Najveći udio suhe tvari utvrđen je u kečapu, a najmanji u sjeckanoj rajčici.

Udio kalija na bazi suhe tvari u analiziranim proizvodima utvrđen je u rasponu od 1,36 do 5,37 % K u ST. Najveći dio kalija na bazi suhe tvari utvrđen je u koncentratu rajčice, a najmanji u kečapu.

Količina kalija u svježoj tvari u analiziranim proizvodima utvrđena je u rasponu od 185,19 do 1224,46 mg K/100 g svježe tvari. Najveća količina kalija u svježoj tvari utvrđena je u koncentratu rajčice, a najmanja u bio sjeckanoj rajčici.

Količina željeza na bazi suhe tvari u analiziranim proizvodima utvrđena je u rasponu od 24,30 do 155,07 mg Fe/kg ST. Najveća količina željeza na bazi suhe tvari utvrđena je u sjeckanoj rajčici, a najmanja u kečapu.

Količina željeza u svježoj tvari u analiziranim proizvodima utvrđena je u rasponu od 0,42 do 1,23 mg Fe/100 g svježe tvari. Najveća količina željeza u svježoj tvari utvrđena je u koncentratu rajčice, a najmanja u pelatima.

Analizom proizvoda od rajčice utvrđeno je da koncentrat rajčice sadrži najveću količinu kalija i željeza u svježoj tvari. Pretpostavka je da je u koncentratu rajčice utvrđeno najviše kalija i željeza u svježoj tvari zbog visokog udjela suhe tvari (22,80% ST). U kečapu je također utvrđen visoki udio suhe tvari (23,62 % ST). Utvrđena količina kalija i željeza u svježoj tvari kečapa manja je u odnosu na koncentrat rajčice. Proizvodnja kečapa temelji se na jednostrukom, dvostrukom ili trostrukom koncentratu uz dodatak značajne količine šećera te različitih začina što rezultira smanjenom količinom kalija i željeza u svježoj tvari.

Dnevne potrebe za kalijem i željezom u ljudskoj prehrani ne mogu se zadovoljiti konzumacijom koncentrata rajčice te ostalih proizvoda od rajčice. Utvrđeno je da se konzumacijom koncentrata rajčice može zadovoljiti 35% dnevnih potreba za kalijem te samo 6% dnevnih potreba za željezom.

6. Literatura

1. Ayari A., Achir N., Servent A., Ricci J., Brat P. (2015). Development of a nutritional profile predicting tool for fresh and processed tomato-based products. *International Journal of Food Science & Technology*, 50(7):1598–1606. <https://ifst.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/ijfs.12811> - pristup 18.05.2023.
2. Bannwart, G., Bolini, H., Toledo, M., Kohn, A., Cantanhede, G. (2008). Evaluation of Brazilian light ketchups: Quantitative descriptive and physicochemical analysis. *Ciencia E Tecnologia De Alimentos - CIENCIA TECNOL ALIMENT*. 28. 10.1590/S0101-20612008000100016. -pristup 29.05.2023.
3. Barrett, D. M. (2015). Future innovations in tomato processing. *Acta Hortic*. 1081, 49-55. https://www.ishs.org/ishs-article/1081_3 - pristup 18.05.2023.
4. Barrett, D. M., Somogyi, L., Ramaswamy, H. S. (Eds.). (2004). *Processing Fruits: Science and Technology, Second Edition (2nd ed.)*. CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781420040074>. - pristup 18.05.2023.
5. Barringer, S. A. (2004). *Vegetables: tomato processing*. U: *Vegetables: Tomato processing in food processing: principle and applications* . Blackwell, Ames, str. 473-490. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/9780470290118.ch29> - pristup 18.05.2023.
6. Beecher, G. R. (1998). Nutrient Content of Tomatoes and Tomato Products. *Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine*. 1998;218(2):98-100. 10.3181/00379727-218-44282. - pristup 18.05.2023.
7. Borošić, J. (2016). Uvjeti proizvodnje rajčice. *Glasilno biljne zaštite*, 16 (5), 423-427. <https://hrcak.srce.hr/169644>. - pristup 18.05.2023.
8. Borošić, J., Cvjetković, B., Šimala, M. (2016). Proizvodnja rajčice, paprike i patlidžana. *Gospodarski list*, Zagreb.
9. Budak, S., Aksahin, I. (2016). Multivariate characterization of fresh tomatoes and tomato-based products based on mineral contents including major trace elements and heavy metals. 55. 214-221. Multivariate characterization of fresh tomatoes and tomato (doczz.net)- pristup 29.05.2023.

10. Butorac A. (1999). Opća agronomija. Školska knjiga, Zagreb.
11. Čoga, L., Slunjski, S. (2018) Dijagnostika tla u ishrani bilja. Web stranica Sveučilišta u Zagrebu Agronomskog fakulteta, Zagreb.
12. Dunnd, J. L. (1996). Sve o zdravoj prehrani. Mate, d.o.o. , Zagreb.
13. FAO, 2021. World Food and Agriculture - Statistical Yearbook 2021. Rome. <https://doi.org/10.4060/cb4477en>. - pristup 18.05.2023.
14. Grgić, I., Hadelan, L., Baškarić, L., Šmidlehner, M. i Zrakić, M. (2016). Proizvodnja povrća u Republici Hrvatskoj: stanje i mogućnosti. Glasnik Zaštite Bilja, 39 (5), 14-22. <https://hrcak.srce.hr/168265>. - pristup 18.05.2023.
15. Hobson, G. E. (1995) Improved tomato fruit quality by design. Acta Hort, 412: 117-126. https://www.ishs.org/ishs-article/412_13 - pristup 18.05.2023.
16. Jurišić, M., Pribetić, Đ. (2001). Yield and Properties of Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) Breeds Important for Processing. Agriculturae Conspectus Scientificus, 66 (2), 121-126. <https://hrcak.srce.hr/12444>. - pristup 18.05.2023.
17. Kabore K., Konaté K., Sanou A., Dakuyo R., Sama H., Santara B., Compaoré E.W.R., Dicko M.H. (2022). Tomato By-Products, a Source of Nutrients for the Prevention and Reduction of Malnutrition. Nutrients, 14, 2871. <https://doi.org/10.3390/nu14142871>. - pristup 18.05.2023.
18. Kobayashi, T., Nozoye, Nishizawa, N. K. (2019). Iron transport and its regulation in plants. Free Radical Biology and Medicine. Volume 133, Pages 11-20. <https://doi.org/10.1016/j.freeradbiomed.2018.10.439>. - pristup 18.05.2023.
19. Lešić R., Borošić J., Butorac I., Herak Ćustić M., Poljak M., Romić D. (2016) Povrćarstvo, III. dopunjeno izdanje. Zrinski, Čakovec.
20. Lončarić Z., Parađiković N., Popović B., Lončarić R., Kanisek J. (2015). Gnojidba povrća, organska gnojiva i kompostiranje. Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek.
21. Lovrić T., Piližota V. (1994). Konzerviranje i prerada voća i povrća. Nakladni zavod, Zagreb.
22. Maher, M. J. (1976). Growth and nutrient content of a glasshouse tomato crop grown in peat. Scientia Horticulturae, 4(1), 23–26.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/030442387690060>
1 - pristup 18.05.2023.

23. Marković, K., Hruškar, M., Vahčić, N. (2006). Likopen u rajčici: svojstva, stabilnost i značaj u prehrani. HINUS, Zagreb.
24. Marsić, M., Mikulić, R. (1948). Rajčica i tehnologija rajčica. Nakladni zavod Hrvatske, Zagreb.
25. Matotan, Z. (1994). Proizvodnja povrća. Nakladni zavod Globus, Zagreb.
26. Matotan, Z. (2004). Sortiment i tehnologija proizvodnje rajčice, krastavaca, salate i špinata. Glasnik Zaštite Bilja, 27 (4), 21-62. <https://hrcak.srce.hr/164327>. - pristup 18.05.2023.
27. Matotan, Z. (2004). Suvremena proizvodnja povrća. Nakladni zavod Globus, Zagreb.
28. Matotan, Z. (2008). Plodovito povrće I. Neron, Bjelovar.
29. Mengel K., Kirkby E.A. (1987). Principles of plant nutrition. International Potash Institute, Basel.
30. Micolčević, V. (1969). Prilog poznavanju sorata rajčice za preradu. Agronomski glasnik, 31 (1), 37-60. <https://hrcak.srce.hr/174797> - pristup 18.05.2023.
31. Parađiković, N. (2009). Opće i specijalno povrćarstvo. Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek.
32. Petek, M. (2016). Nedostaci hraniva kod rajčice. Glasilo biljne zaštite 5/2016: 524-532, Vol. 16, Br.5.
33. Petek, M., Armanda, A., Šic Žlabur, J., Karažija, T. (2021). Potassium content in tomato and tomato products. Scientific papers Series B. Horticulture, LXV (1), 547-552. Art73.pdf (usamv.ro)- pristup 18.5.2023.
34. Petro-Turza, M. (1986). Flavor of tomato and tomato products. Food Reviews International, 2(3), 309-351. https://www.researchgate.net/publication/261661062_Flavor_of_tomato_and_tomato_products - pristup 18.05.2023.
35. Porretta, S., Poli, G., Rondelli, M., Zanangeli, G. (1993). Quality evaluation of tomato pulp. Food Chemistry, Volume 47, Issue 4, Pages 379-386, ISSN 0308-8146. [https://doi.org/10.1016/0308-8146\(93\)90181-E](https://doi.org/10.1016/0308-8146(93)90181-E). -pristup 01.06.2023.

36. Sainju U. M., Dris R., Singh, B. (2003). Mineral nutrition of tomato. *Journal of food, agriculture & environment*, v.1(2):176-183. <https://worldveg.tind.io/record/37623/?ln=en> - pristup 18.05.2023.
37. Sonntag F., Naumann M., Pawelzik E., Smit I. (2018). Improvement of cocktail tomato yield and consumer-oriented quality traits by potassium fertilization is driven by the cultivar. *Journal of the science of food and agriculture* 99 7: 3350-3358, doi:10.1002/jsfa.9552 - pristup 20.05.2023.
38. Thakur, B. R., Singh, R. K., & Nelson, P. E. (1996). Quality attributes of processed tomato products: A review. *Food Reviews International*, 12(3), 375–401. <https://doi.org/10.1080/87559129609541085> - pristup 18.05.2023.
39. Uysal-Pala, C., Bilisli, A. (2006). Fate of endosulfan and deltamethrin residues during tomato paste production. *Journal of Central European Agriculture*, 7 (2), 343-348. <https://hrcak.srce.hr/17368>. - pristup 18.05.2023.
40. Vukadinović, V. , Vukadinović, V. (2011). *Ishrana bilja*. Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek.
41. Web 01. https://www.istockphoto.com/photo/tomato-plant-isolated-gm1091197828_292726019?phrase=tomato+plant - pristup 10.05.2023.
42. Web 02. <https://www.alamy.com/stock-photo-tomato-plant-roots-is-isolated-on-white-background-96334878.html> - pristup 10.05.2023.
43. Web 03. <https://craftyforhome.com/2019/06/03/what-to-do-with-tomato-plant-suckers/> - pristup 28.05.2023.
44. Web 04. <https://www.istockphoto.com/photos/tomato-plant-leaves-> pristup 10.05.2023.
45. Web 05. <https://www.istockphoto.com/photo/tomato-blossoms-gm172305044-4462116?phrase=tomato+plant+flower> - pristup 10.05.2023.
46. Web 06. <https://www.dreamstime.com/picture-tomato-seeds-white-background-image153992484> - pristup 15.05.2023.
47. Web 07. https://www.nicepng.com/ourpic/u2w7a9w7w7y3y3o0_tomato-cut-in-half/ - pristup 15.05.2023.
48. Web 08. <https://www.finedininglovers.com/article/lycopersicum-tomato-food-art> - pristup 15.05.2023.

49. Web 09. <https://depositphotos.com/2881082/stock-photo-tomato-field-on-bright->
pristup 10.05.2023.summer.html - pristup 18.05.2023.
50. Web 10. <https://depositphotos.com/4305457/stock-photo-rows-of-tomato->
plants-in.html - pristup 18.05.2023.
51. Web 11. <https://www.plantsciences.ucdavis.edu/news/how-mechanical-tomato->
harvester-prompted-food-movement - pristup 18.05.2023.
52. Web 12. <https://depositphotos.com/442606146/stock-photo-tomato-processing->
plant-territory-kherson.html - pristup 18.05.2023.
53. Web 13. https://www.podravka.hr/proizvodi/?main_ingredient=povrce - pristup
20.05.2023.
54. Web 14. https://www.podravka.hr/proizvodi/?main_ingredient=povrce - pristup
20.05.2023.
55. Web 15. https://www.podravka.hr/proizvodi/?main_ingredient=povrce - pristup
20.05.2023.
56. Web 16. https://www.podravka.hr/proizvodi/?main_ingredient=povrce - pristup
20.05.2023.
57. Web 17. https://www.podravka.hr/proizvodi/?main_ingredient=povrce - pristup
20.05.2023.

Životopis

Antun Šokec rođen je u Koprivnici 28. svibnja 1999. godine. Osnovno i srednjoškolsko obrazovanje završio je odličnim uspjehom. Od 2014. do 2018. godine pohađao je gimnaziju „Fran Galović“ u Koprivnici, opći smjer. Od početka osnovnoškolskog obrazovanja aktivno se bavi sportom. Nakon završetka srednjoškolskog obrazovanja, 2018. godine upisuje preddiplomski studij Agroekologije na Agronomskom fakultetu u Zagrebu. Akademski naziv sveučilišnog prvostupnika agroekologije stječe 2021. godine obranom završnog rada teme „Genetska osnova nasljeđivanja kod biljaka“ te upisuje Diplomski studij Agroekologije. Praktični rad tijekom studija odrađivao je u Analitičkom laboratoriju Zavoda za ishranu bilja Sveučilišta u Zagrebu Agronomskog fakulteta. Dobro poznaje rad na računalu, aktivno koristi znanje engleskog jezika u razumijevanju, govoru i pismu, a služi se i njemačkim kao drugim stranim jezikom.